



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

TEMA:

**“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO PARA EL
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LICORAM”.**

AUTOR: PÉREZ PINTO SERGIO KEVIN

DIRECTOR: ING. LORENTE LEYVA LEANDRO LEONARDO MSC.

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172531332-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PÉREZ PINTO SERGIO KEVIN		
DIRECCIÓN:	Imbabura – Otavalo		
EMAIL:	skperezp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062920675	TELÉFONO MÓVIL:	0962747888
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Programa de mantenimiento preventivo – predictivo para el área de producción de la empresa Licoram		
AUTOR:	PÉREZ PINTO SERGIO KEVIN		
FECHA:	2020/02/27		
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial		
TUTOR / DIRECTOR:	Ing. Leandro Lorente Leyva, MSc.		

2. CONSTANCIAS

El autor Sergio Kevin Pérez Pinto manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de febrero de 2020.

AUTOR



Pérez Pinto Sergio Kevin
C.C: 172531332-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DECLARACIÓN

Yo, Sergio Kevin Pérez Pinto, con cedula de identidad Nro. 172531332-2, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema: “PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LICORAM”. corresponde a mí autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente

Ibarra, a los 27 días del mes de febrero de 2020

AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Sergio Kevin Pérez Pinto", written over a horizontal line.

Pérez Pinto Sergio Kevin
C.C: 172531332-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. MSc. Leandro Leonardo Lorente Leyva director del Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante Sergio Kevin Pérez Pinto

CERTIFICA

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LICORAM”**, Ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante **Sergio Kevin Pérez Pinto** bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**. Luego de ser revisada, considero que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ibarra, 27 de febrero de 2020

MSC. LEANDRO LORENTE LEYVA
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios en primera instancia por darme la salud y vida.

A mis padres que siempre estuvieron apoyándome tanto anímica como moralmente, brindándome la fuerza y estímulo para seguir siempre adelante en todos mis sueños, anhelos y propósitos personales.

Sergio Kevin Pérez Pinto

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, a la carrera de Ingeniería Industrial, por haberme permitido alcanzar mi meta profesional.

Al Ingeniero Nelson Ruiz, Gerente de Licoram, y al Tecnólogo Luis Chuquín, jefe del departamento de mantenimiento, por brindarme el espacio y el apoyo para el desarrollo de este trabajo de titulación, además de toda la disposición con la que me acogieron.

A Leandro Lorente Leyva Ingeniero Mecánico Industrial, tutor del proyecto, por su respaldo, confianza y oportuna colaboración.

Especialmente a mi madre, quien me apoya en todo momento y dando siempre lo mejor con sus hijos además de enseñarme ser mejor día a día

A mi padre por apoyarme y aconsejarme.

A mis amigos quienes me apoyaron y siempre estuvieron presentes en los momentos más difíciles y me apoyaron en lo objetivos que me propuse.

Y en última instancia a todas aquellas personas que hicieron posible la realización este proyecto.

Sergio Kevin Pérez Pinto

RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación abarca un programa de mantenimiento preventivo – predictivo realizado en la empresa Licores de América Licoram S.A. el cual conducirá al aumento de la eficiencia y mejoramiento de la productividad. Se determinó que la eficiencia de la maquinaria es del 84%, con un estado técnico regular y un 94 % en la disponibilidad de los equipos. Se realizó también el cálculo y análisis del MTBF (tiempo medio entre fallas) y MTTR (tiempo medio entre reparaciones), evidenciando la existencia de un tiempo de inactividad por fallas de 319 horas en el año. Finalmente se propone un programa en el cual se detalla la frecuencia con la que se debe realizar el servicio de mantenimiento de maquinaria de la empresa, las actividades del mismo, además de la creación de registros de fallos para análisis posteriores y fichas técnicas de los equipos. Que, con la implementación de este programa por parte de la empresa se alcanzaría un aumento en la producción de 35250 litros de alcohol, representando un aumento del 12,24% en la productividad, tomando en cuenta el tiempo de inactividad de la maquinaria que incide directamente en el proceso de producción es de 235 horas por fallas y mantenimientos no programados.

ABSTRACT

The following certification work includes a preventive and predictive maintenance program carried out at Licores de América Licoram S.A. which will lead to increased efficiency and improved productivity. It was determined that the efficiency of the machinery is 84%, with a regular technical state and 94% in the availability of the equipment. The calculation and analysis of MTBF (Mean Time Between Failures) and MTTR (Mean Time to Recover) was also performed, evidencing the existence of a downtime due to failures of 319 hours in the year.

Finally, a program is proposed in which the frequency with which the company's machinery maintenance service should be carried out, its activities, as well as the creation of failure records for subsequent analysis and equipment technical sheets are detailed. That, with the implementation of this program by the company, an increase in production of 35250 liters of alcohol would be achieved, representing an increase of 12.24% in productivity, taking into account the downtime of the machinery that directly affects the production process is 235 hours due to failures and unscheduled maintenance.

CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	ii
DECLARACIÓN	iv
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
LISTA DE ANEXOS	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Justificación	2
1.4. Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. Historia del mantenimiento	5
2.2. Generalidades	6
2.3. Aplicaciones	6
2.4. Objetivos	8
2.5. Definición del mantenimiento.....	9
2.6. Tipos de Mantenimiento	9
2.6.1. Mantenimiento Correctivo	9
2.6.2. Mantenimiento Preventivo.....	10
2.6.3. Mantenimiento Predictivo.....	10
2.7. Programa de mantenimiento	10
2.8. Formulaciones científicas del mantenimiento	11
2.8.1. Fiabilidad	11

2.8.2. Mantenibilidad.....	11
2.8.3. Disponibilidad	11
2.8.4. Tasa de fallo	12
2.8.5. Tiempo medio hasta un fallo MTTF.....	12
2.8.6. Mantenimiento productivo total (TPM).....	12
2.9. Técnicas organizativas del mantenimiento.....	13
2.9.1. Determinación Del Estado Técnico.....	13
2.10. Marco Conceptual	14
CAPÍTULO III.....	16
3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA.....	16
3.1. Licoram Licores de América S.A.	16
3.2. Misión.....	16
3.3. Visión	16
3.4. Política de calidad	16
3.5. Valores Corporativos	17
3.6. Política de calidad y seguridad en el trabajo.....	18
3.7. Ubicación	18
3.8. Organigrama de la empresa	20
3.9. Producción de la empresa.....	21
3.10. Diagnóstico de la gestión actual del mantenimiento	21
3.10.1. Descripción de los equipos de Licoram.....	22
3.10.2. Inventario de maquinaria.....	22
3.10.3. Determinación del estado técnico de la maquinaria	24
CAPITULO VI.....	47
4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO	47
4.1. Modelo para la administración del mantenimiento en Licoram. S.A.....	47
4.2. Propósito del programa de mantenimiento	47
4.3. Actividades del programa de mantenimiento preventivo - predictivo.	48
4.3.1. Flujograma de actividades	48
4.3.2. Responsables de actividades.....	49
4.3.3. Registro de histórico de fallas	49
4.4. Programa de mantenimiento	51
4.5. Mantenimiento Correctivo	53

4.6. Mantenimiento Preventivo	54
4.6.1. Cronograma de Actividades del Programa de mantenimiento preventivo – predictivo ...	55
4.7. Mantenimiento Predictivo	66
4.8. Mantenimiento autónomo.....	66
4.8.1. Inspecciones periódicas programadas.....	67
4.9. Análisis de los resultados	67
Conclusiones.....	71
Recomendaciones	72
Bibliografía.....	73
ANEXOS	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación Licoram.....	19
Ilustración 2 Organigrama Licoram	20
Ilustración 3 Eficiencia Compresor Aire Principal Tipo Tornillo.....	26
Ilustración 4 Eficiencia Compresor del taller Puska	27
Ilustración 5 Eficiencia Bombas.....	28
Ilustración 6 Eficiencia Planta Desmineralización.....	29
Ilustración 7 Eficiencia Filtro prensa	30
Ilustración 8 Eficiencia Línea 1 Llenadora Capsuladora	31
Ilustración 9 Eficiencia Línea 3 Llenadora Capsuladora	32
Ilustración 10 Eficiencia banda transportadora	33
Ilustración 11 Montacargas Caterpillar	34
Ilustración 12 Eficiencia Codificadoras	35
Ilustración 13 Eficiencia Enfajadora Rochman.....	36
Ilustración 14 Eficiencia Tanque Dosificación	37
Ilustración 15 Eficiencia Etiquetadora	38
Ilustración 16 Eficiencia Filtros de Aire	39
Ilustración 17 Eficiencia Montacargas Toyota.....	40
Ilustración 18 Eficiencia Envasadora Borelli	41
Ilustración 19 Eficiencia Generador.....	42
Ilustración 20 Eficiencia del sistema.....	43
Ilustración 21 Simbología del flujograma de actividades	48
Ilustración 22 Flujograma de actividades.....	49
Ilustración 23 Registro de fallos Compresor de Aire Principal Tipo Tornillo.....	50
Ilustración 24 Mantenimiento Compresor Aire Principal Tipo Tornillo	52
Ilustración 25 Flujo mantenimiento no programada	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de Evaluación ET	13
Tabla 2 Inventario de maquinaria	22
Tabla 3 Maquinaria sujeta a mtto interno	23
Tabla 4 Cálculo del estado técnico	24
Tabla 5 <i>Estado Técnico</i>	24
Tabla 6 ET Compresor aire principal tipo tornillo.....	26
Tabla 7 ET Compresor del taller Puska	27
Tabla 8 ET Bombas.....	28
Tabla 9 ET Planta Desmineralización.....	29
Tabla 10 ET Filtro Prensa	30
Tabla 11 ET Línea 1 Llenadora Capsuladora	31
Tabla 12 ET Línea 3 Llenadora Capsuladora	32
Tabla 13 ET Bandas Transportadoras	33
Tabla 14 Montacargas Caterpillar.....	34
Tabla 15 ET Codificadoras	35
Tabla 16 Enfajadora Rochman.....	36
Tabla 17 ET Tanque Dosificado, Sellado Doypack.....	37
Tabla 18 Etiquetadora	38
Tabla 19 Filtros de Aire	39
Tabla 20 Montacargas Toyota.....	40
Tabla 21 ET Envasadora Borelli.....	41
Tabla 22 ET Generador.....	42
Tabla 23 Horas Programadas y no programadas	44
Tabla 24 Cálculo del MTBF y MTTR Bandas Transportadoras	44
Tabla 25 Cálculo del MTBF y MTTR	45
Tabla 26 Cálculo de la Disponibilidad.....	45
Tabla 27 Responsables de actividades del flujograma.....	49
Tabla 28 Cronograma de actividades y frecuencia del mantenimiento	55
Tabla 29 Análisis Anual de Inactividad por fallos.....	68
Tabla 30 Fallos Mensuales de la maquinaria	69

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1** Cálculo del MTBF y MTTR Compresor de Aire Principal
- Anexo 2** Cálculo del MTBF y MTTR Compresor Puska
- Anexo 3** Cálculo del MTBF y MTTR Bombas
- Anexo 4** Cálculo del MTBF y MTTR Filtro Prensa
- Anexo 5** Cálculo del MTBF y MTTR Línea 1
- Anexo 6** Cálculo del MTBF y MTTR Línea 3
- Anexo 7** Cálculo del MTBF y MTTR Codificadoras
- Anexo 8** Cálculo del MTBF y MTTR Enfajadora Rochman
- Anexo 9** Cálculo del MTBF y MTTR Tanque Dosificado, Sellado Doypack
- Anexo 10** Cálculo del MTBF y MTTR Etiquetadora Eticap System
- Anexo 11** Cálculo del MTBF y MTTR Filtros de Aire
- Anexo 12** Cálculo del MTBF y MTTR Envasadora Borelli
- Anexo 13** Registro de fallas M – 2002
- Anexo 14** Registro de fallas M – 2003
- Anexo 15** Registro de fallas M – 2004
- Anexo 16** Registro de fallas M – 2005
- Anexo 17** Registro de fallas M – 2006
- Anexo 18** Registro de fallas M – 2007
- Anexo 19** Registro de fallas M – 2008
- Anexo 20** Registro de fallas M – 2009
- Anexo 21** Registro de fallas M – 2010
- Anexo 22** Registro de fallas M – 2011
- Anexo 23** Registro de fallas M – 2012
- Anexo 24** Registro de fallas M – 2013
- Anexo 25** Mtto Compresor De Taller Puska M – 2002
- Anexo 26** Mtto Bombas M - 2003
- Anexo 27** Mtto Filtro Prensa M - 2004
- Anexo 28** Mtto Línea 1 M – 2005
- Anexo 29** Mtto Línea 3 M – 2006
- Anexo 30** Mtto Bandas Transportadoras M – 2007
- Anexo 31** Mtto Codificadoras M – 2008
- Anexo 32** Enfajadora Rochman M – 2009

Anexo 33 Mtto Tanque dosificador y sellado M – 2010

Anexo 34 Mtto Etiquetadora Etipac System M – 2011

Anexo 35 Mtto Filtros de Aire M – 2012

Anexo 36 Mtto Envasadora Borelli M – 2013

Anexo 37 Solicitud de mantenimiento

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Licoram, es una mediana empresa la cual se encuentra localizada en Ibarra – Ecuador. Se encarga del diseño, producción, envasado y comercialización de bebidas y licores. Tiene como política de calidad mejorar en forma continua sus actividades, logrando que sus productos, procesos y servicios brinden satisfacción a sus clientes, enfocando sus esfuerzos en contar siempre con un recurso humano competente con base en su educación, formación, habilidades y experiencia.

En la actualidad Licoram posee una adecuada organización y estructuración; sin embargo, en el área de mantenimiento de equipos existe una carencia de documentos que ayuden al mejor desempeño del departamento. Hoy en día Licoram aplica un sistema de mantenimiento correctivo, el cual se ocupa de la reparación de los equipos una vez que se ha producido un fallo, produciendo paradas y daños imprevistos en la producción, interviniendo directamente en la calidad del producto y la planificación de manera incontrolada.

Razón por cual la empresa tiene la necesidad de contar con un programa de mantenimiento adecuado a sus equipos y procesos, permitiéndole mantener su maquinaria en un estado óptimo, para satisfacer de una manera eficaz y eficiente la demanda de producción, además de asegurar un mayor control en sus procesos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General.

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo-predictivo para el área de producción de la empresa Licoram que conduzca al aumento de la eficiencia y mejoramiento de la productividad.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Revisar las bases teóricas y científicas que determinen el desarrollo del programa de mantenimiento.
- Diagnosticar la situación actual de la maquinaria del área de producción de la empresa aplicando diferentes técnicas de investigación.
- Desarrollar el programa de mantenimiento preventivo-predictivo y analizar los cambios que producirá el mismo en la empresa, lo cual garantizará la adecuada gestión de los recursos y mantendrá los equipos en estado óptimo y operativo.

1.3. Justificación

Vivimos en un mundo muy competitivo, el cual obliga a las empresas a ser dinámicas en su respectivo mercado, manteniendo altos niveles de calidad, productividad y permitiendo la permanencia de la misma en el medio. Por esta razón toda empresa que quiera ser competitiva necesita un sistema de planificación bien estructurado en cada una de sus actividades internas. Una actividad muy importante es la de mantenimiento, la misma que debe contar con un sistema organizado que contribuya a cumplir con los objetivos y metas de la empresa, favoreciendo en la reducción de los costos, minimización del tiempo muerto de los equipos, mejora de la calidad del producto, incremento de la productividad y disponibilidad de equipo, cumpliendo con la demanda de producción.

Tomando en cuenta la Norma ISO 9001; 2015, en su apartado 6.3 Infraestructura, establece que:

“La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto.” (ISO 9001, 2015)

En donde se entiende y determina como infraestructura a: edificios, espacio de trabajo y servicios asociados, equipo para los procesos, (tanto hardware como software), y servicios de apoyo tales (como transporte o comunicación). (ISO 9001, 2015)

Las actividades de mantenimiento se realizan bajo un sistema correctivo, el cual no le permite mantener niveles adecuados de calidad y productividad. Por este motivo se hace necesario diseñar un programa de mantenimiento, teniendo en cuenta que la principal función de una gestión adecuada del mantenimiento consiste en disminuir el mantenimiento correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

Con la planificación de las actividades de mantenimiento mediante el programa de mantenimiento preventivo - predictivo se logrará el mínimo costo, un mayor tiempo de servicio en las instalaciones y maquinarias productivas, con el fin de conseguir la máxima “disponibilidad” aportando la mayor “productividad y “calidad del producto” y máxima “seguridad de funcionamiento”.

Por lo tanto, una vez que se han programado y aplicado las actividades de mantenimiento de una manera sistemática, la empresa obtendrá los siguientes beneficios:

- Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.
- Mayor eficiencia en el funcionamiento.

- Los equipos e instalaciones dan un gran indicio de confiabilidad al tener seguridad en sus condiciones de funcionamiento.
- La vida útil de las maquinas incrementa al no estar sujetos a continuas reparaciones.
- Mejora la utilización de los recursos.
- Reduce los niveles del inventario.
- Disminución de los costos de reparación.

Por todo lo expresado anteriormente, para la empresa es indispensable un programa de mantenimiento preventivo - predictivo debidamente estructurado, con el fin de mejorar la organización y mantenimiento de equipos.

1.4. Alcance

El alcance del trabajo de grado comprende el área de producción, donde se desarrollan las actividades productivas de la empresa, y por tanto corresponden aquellas en las que el departamento de Mantenimiento debe realizar sus actividades.

Se pondrá a consideración de la administración de la empresa la implementación a futuro del programa de mantenimiento preventivo-predictivo desarrollado. Mediante el cual se alcanzará un mayor desempeño de la maquinaria, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de estas, para satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa. Y de esta forma, lograr el mejoramiento de la productividad y confiabilidad operacional, así como evitar paradas no programadas.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Historia del mantenimiento

El mantenimiento ha estado implícito desde la era primitiva, pues cuando el hombre afilaba sus herramientas y armas se puede afirmar que realizaba actividades de mantenimiento, con el fin de alargar la vida útil de los mismos. Sin embargo, el término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE. UU. (Abella, 2016).

Existen un sin número de acontecimientos que marcaron el inicio de la palabra mantenimiento, no obstante, existen cuatro épocas o generaciones clave para el desarrollo de este, las cuales se detallan a continuación. (Alonso, 2014)

Primera Generación: empieza desde la revolución industrial hasta la década de 1945-1950. El mantenimiento se encarga específicamente de las averías, empiezan a darse menciones al mantenimiento correctivo.

Segunda Generación: empieza desde finales de 1940 extendiéndose hasta 1970, descubriendo la relación entre edad de la maquinaria y la probabilidad de fallo. Empiezan a realizar sustituciones preventivas, forjando ideas de mantenimiento preventivo.

Tercera Generación: su aparición se remota a principios de los años 80, con el estudio de relación CAUSA-EFECTO. definiendo como mantenimiento predictivo la detección prematura de síntomas iniciales actuando antes de consecuencias insostenibles. Inicio a darse énfasis la detección de fallos en la producción.

Cuarta Generación: Comienza a principios de 1990, el mantenimiento se introduce dentro del término de calidad total.

Una adecuada gestión del mantenimiento aumentará la disponibilidad a la vez que se disminuyen los costos. Con la aparición del Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR). Se reconoce al mantenimiento como origen de beneficios. (Alonso, 2014)

2.2. Generalidades

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de mantener en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una empresa, garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial. Las operaciones de mantenimiento datan de la Revolución Industrial, cuando los procesos comenzaron a exigir un mejor desempeño, con lo cual las tareas se volvieron más complejas, requiriendo de una organización y recursos especiales, en aquella época las tareas eran básicamente correctivas. A raíz de la Segunda Guerra Mundial, nace el concepto de fiabilidad, lo que implicaba que el objetivo del mantenimiento pasaba de solucionar problemas a prevenir su ocurrencia (IntegraMarkets, 2018).

En la actualidad las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multidepartamentaria, entre otras, que permitan planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción.

2.3. Aplicaciones

(Zhou, 2020) desarrollan una estrategia de mantenimiento teniendo en cuenta un sistema de producción en serie, donde modelan y analizan el impacto de diferentes umbrales de mantenimiento en la eficiencia energética mediante la simulación de Monte Carlo. También presentan un algoritmo iterativo para resolver los umbrales óptimos de mantenimiento preventivo. Otros autores (Wang, 2020), proponen un enfoque proactivo para el problema de la planificación de la producción integrada y el mantenimiento basado en la condición teniendo en cuenta la demanda incierta y fallos aleatorios. De igual forma (Hu, 2020) presentan una política periódica de mantenimiento preventivo para mitigar el creciente riesgo de fallas. Donde

realizan la combinación óptima del intervalo mantenimiento preventivo y el número de acciones mantenimientos imperfectos antes de cada reemplazo se determinan minimizando el costo promedio a largo plazo. Validando con estudios numéricos la política de mantenimiento propuesta. Además, (Raposo, 2019), realizan un análisis de condición de motores Diesel de una flota de buses urbanos, donde presentan y discuten un modelo para el monitoreo de la condición de estos equipos. Vinculando las predicciones de series temporales con el comportamiento estadístico de algunos efluentes de petróleo, con el objetivo también de lograr la mejor disponibilidad. También (Amin, 2019) presentan un análisis bibliométrico de fallas del sistema de procesos y estudios de confiabilidad, para responder preguntas relacionadas con la evolución de la ingeniería de fallas y confiabilidad en el sistema de procesos. Y (Dellis, 2019) desarrollan un procedimiento automatizado de toma de decisiones de análisis espectro métrico de aceite como herramienta para evitar fallas en el motor de aeronaves. También presenta datos seleccionados del espectrómetro para señalar la importancia de la metodología en la prevención de fallas.

En el artículo de (Khanh T.P. Nguyen, 2019) se compara con dos políticas de mantenimiento de referencia: el mantenimiento periódico y el mantenimiento predictivo. Además, se analiza el impacto de la información de los pronósticos en la toma de decisiones de mantenimiento.

(Muñoz, 2019), propuso un sistema de gestión de mantenimiento, logrando con su implementación se logrará un 12 % de aceptabilidad en el área de mantenimiento, además de un incremento del 6 % en la disponibilidad de los equipos y de un 5 % en su productividad.

(Noman, 2019) realizan una descripción general de la investigación de mantenimiento basado en condiciones predictivas utilizando indicadores bibliométricos, para proporcionar una visión general de la investigación realizada en las ciencias de mantenimiento basado en la

condición (CBM). Presentando como resultados que investigadores y países influyen más en la materia en estudio.

De acuerdo con (Engeler, 2016) el mantenimiento basado en la condición es un enfoque avanzado que se basa en datos de componentes medidos para identificar el estado actual de un componente. Donde el mantenimiento preventivo utiliza un plan de servicio predefinido y también un programa de intercambio de piezas de desgaste. Implementan un algoritmo de mantenimiento basado en modelos en una aplicación industrial real para determinar la vida útil restante de un componente. Presentando un enfoque para una identificación de los parámetros que se basa únicamente en los datos que están presentes en el control numérico de la máquina. Realizan también la comparación con un enfoque estadístico más simple que utiliza datos de una máquina de producción en funcionamiento.

2.4. Objetivos

El diseño e implementación de sistema organizativo y su difusión debe tener presente que está al favor de unos objetivos determinados. (Carrasco, 2015).

La empresa debe estar enfocada al cumplimiento de objetivos como se muestran:

- Optimización de la disponibilidad de la maquinaria productivo.
- Minimización de costos de mantenimiento.
- Mejoramiento de los recursos humanos.
- Extender de la vida de la maquinaria.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión (Vásquez, 2014).

2.5. Definición del mantenimiento

El mantenimiento se describe como el conjunto actividades a través de las cuales un equipo o un sistema se conservan, en un estado en el que puedan realizar las funciones definidas. Es un factor diferencial en la calidad de los productos y puede utilizarse como estrategia competencia. (ÁLVAREZ, 2004)

Para (Rosmaini Ahmad, 2012) refieren, el mantenimiento se define como un conjunto de actividades utilizadas para restaurar un artículo a un estado en el que puede realizar sus funciones designadas. También (Torres, 2015) afirma qué, el mantenimiento se puede definir como la combinación de un conjunto de técnicas y actividades que permiten prever y prevenir fallos, efectuar revisiones, con el fin de garantizar el estado óptimo y operativo de la maquinaria.

Las inconsistencias en las operaciones de los equipos de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con estándares de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento (Torres, 2015).

2.6. Tipos de Mantenimiento

2.6.1. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando los fallos a medida que se van produciendo. El personal que se encarga de dar aviso de las averías es el propio usuario de los

equipos, y el encargo de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento. (Renovetec, 2012)

2.6.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo emerge de la ejecución programada de un sistema de inspecciones periódicas, constantes y programadas de un servicio de trabajos de mantenimiento, aplicado las instalaciones, maquinas o equipos, con el propósito de reducir paros no definidos y ofrecer un tiempo de operación mayor (Rubio, 2011).

(Marta Fernandesa, 2019) establecen que, el mantenimiento preventivo consiste en realizar inspecciones periódicas y otras operaciones de acuerdo con un calendario predeterminado.

2.6.3. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la maquina o instalaciones sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir. (Fernández, 2011, pág. 157)

2.7. Programa de mantenimiento

Según (Alonso, 2014) un programa de mantenimiento es el conjunto de actividades de mantenimiento programado, aplicado a la maquinaria de la planta

Existe un conjunto de equipos que no se consideran no idóneos para una ejecución desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es favorable aplicar una política correctiva.

También (Jasso, 2011) enuncia que un programa de mantenimiento engloba diversos tipos de actividades detallas a continuación:

- Las actividades de rutina que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el operario.
- Las actividades programadas se realizan a lo largo del año.

Las actividades de mantenimiento son la base de un programa de mantenimiento. Al determinar cada actividad debe establecerse datos referidos a ella

2.8. Formulaciones científicas del mantenimiento

2.8.1. Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que un equipo pueda realizar su función o actividad cumpliendo con las condiciones de utilización, o sin averías, durante un periodo específico (Amendola, 2004). Se la puede denotar con la letra R (de la palabra inglesa *reliability*) y también como “calidad” en el tiempo.

Una medida de desempeño es el MTBF (Mean Time Between Failures) o, al español, TMEF (Tiempo Medio Entre Fallos) (Fernández, 2011).

2.8.2. Mantenibilidad

La mantenibilidad se define como la probabilidad de que el equipo después de un fallo o avería se ha puesto en estado de funcionamiento en un tiempo determinado. Una medida de la mantenibilidad es el MTTR (Mean Time to Repair) o TMDR en castellano: Tiempo Medio de Reparación. (Fernández, 2011, pág. 76).

2.8.3. Disponibilidad

Para (Fernández, 2011) la disponibilidad se define como el porcentaje de equipos o sistemas operativos en un momento determinado.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

Donde;

D= Disponibilidad del sistema

MTBF o TMEF= Tiempo medio entre fallos

MTTR o TMDR= Tiempo medio de reparaciones

El MTTR engloba todas las paradas del sistema, equipo o instalación, dado que es la sumatoria.

2.8.4. Tasa de fallo

(Fernández, 2011) Es un estimador de la fiabilidad y generalmente se lo expresa en “avería/hora”.

$$\lambda(t) = \frac{\text{número de fallos}}{\text{duración}} \quad (2)$$

2.8.5. Tiempo medio hasta un fallo MTTF

Para determinar la calidad de un elemento, se analizará el tiempo que se espera que dicho elemento funcione de manera satisfactoria. Estadísticamente se puede obtener un aproximando de este tiempo, el cual se denomina MTFF (Torres, 2015).

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

2.8.6. Mantenimiento productivo total (TPM)

El TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. (Álvarez, 2018)

Es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

Esto quiere decir que se considera que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo, ya que este convive y trabaja diariamente con la maquina/s por lo que llega a conocerla muy profundamente.

El TPM es una nueva dirección para la producción. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema

de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas.

2.9. Técnicas organizativas del mantenimiento

2.9.1. Determinación Del Estado Técnico

Un aspecto que se debe tener en cuenta para programar las actividades de mantenimiento es el conocimiento del estado técnico de la maquinaria. El estado técnico de la maquinaria se describe como las condiciones técnicas y prácticos de las que dispone la maquinaria en un límite establecido de tiempo. Por tanto, el estado técnico es directamente proporcional al tiempo. (Gutiérrez, 2012)

Se realiza una revisión a cada maquinaria con la participación de técnicos experimentados y calificados de la empresa, con el objetivo de evidenciar el grado de desgaste de las partes y mecanismos de la maquinaria. En la tabla 1 muestran los parámetros de evaluación del estado técnico, mismo que inciden en la revisión de la maquinaria.

Tabla 1 *Parámetros de Evaluación ET*

1. Consumo de energía.
2. Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento.
3. Estado de la carcasa del equipo.
4. Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando.
5. Funcionamiento de los órganos de trabajo.
6. Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)
7. Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo.
8. Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.
9. Otros parámetros que el experto considere importantes.

Fuente: (Gutiérrez, 2012)

En la tabla se muestran los parámetros tomados en cuenta para la evaluación inicial del estado técnico de la maquinaria.

2.10. Marco Conceptual

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.

Costo del Ciclo de Vida: Coste total de un Ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de compra, Operaciones de Mantenimiento, mejora, reforma y retirada.

Defecto: Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

Disponibilidad: Es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un equipo no asegura el funcionamiento del mismo, sino que está condiciones de funcionar.

Fallo: Cese de la capacidad de un elemento para desarrollar la función requerida.

Fiabilidad: se define como la "probabilidad de que el dispositivo desarrolle una determinada función, bajo ciertas condiciones y durante un período de tiempo determinado".

Inspección: Tareas/Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos de medición electrónica, térmica y/o los sentidos humanos, normalmente sin provocar indisponibilidad del equipo

Mantenibilidad: Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.

Mantenimiento. Tareas necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento correctivo: Es la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones cuando, a consecuencia de alguna falla, han dejado de prestar la calidad de servicio esperada.

Mantenimiento predictivo: Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.

Mantenimiento preventivo: Es la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.

Máquina: Se denomina máquina a todo artefacto capaz de transformar un tipo de energía en otro. Las máquinas nos proporcionan satisfactores humanos (productos) que, en última instancia, deben calificarse como servicios.

Mejoramiento: tiene por objetivo aumentar la calidad de uno o más espacios en el establecimiento existente.

Orden de Trabajo: Instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta.

Programa de mantenimiento: conjunto estructurado de tareas que comprende las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para ejecutar mantenimiento.

Reparación: tiene como finalidad recuperar el deterioro ocasional sufrido por una infraestructura ya construida.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA

3.1. Licoram Licores de América S.A.

Licoram nace en el 2005, tras la compra de acciones a la inexistente ILENSA. A partir de este cambio de dominio, Licoram empieza netamente con actividades productivas, basándose en el alcohol como producto estrella.

3.2. Misión

Licoram, es una empresa de diseño, producción, envasado y comercialización de bebidas, licores y productos a base de alcohol. Que consciente del gran compromiso que tiene con sus proveedores, clientes, empleados y accionistas, busca a través de acciones administrativas una rentabilidad y unas condiciones de trabajo dignas, sanas y seguras que le permita el continuo desarrollo del talento humano, el incremento en la productividad de sus operaciones, la satisfacción de sus clientes, la permanencia en el mercado y la retribución adecuada de sus accionistas.

3.3. Visión

Crecer sostenida y rentablemente durante el período 2018-2023, para llegar a ser líderes del mercado, con un posicionamiento de marca y una diferenciación de nuestros productos a nivel nacional e iniciando la penetración de nuevos mercados en el exterior.

3.4. Política de calidad

Licoram tiene como política de calidad mejorar en forma continua sus actividades de diseño, producción, envasado y comercialización de bebidas, licores y productos a base de alcohol, para lograr que sus productos, procesos y servicios brinden satisfacción y beneficio a sus clientes, enfocando sus esfuerzos en contar siempre con un recurso humano competente con base en su educación, formación, habilidades y experiencia.

3.5. Valores Corporativos

- Pasión

La pasión es más que interés y entusiasmo, es también la ambición de alcanzar nuestros propósitos y las metas de LICORAM, y lo lograremos demostrando la pasión por nuestros trabajos como símbolo determinante que nos caracteriza y nos distingue. Vivir la pasión de lo que hacemos es hacer del futuro toda una realidad.

- Compromiso

“Ponerse la camiseta” es demostrar el orgullo de pertenecer a una gran empresa, es trabajar con entusiasmo y demostrar día a día nuestro talento y recordemos que siempre habrá una manera de sobresalir innovando y es si se está comprometido. En Licoram nuestro principal compromiso es la satisfacción de nuestros “Clientes”.

- Aprendizaje

Somos una empresa que aprende y que está en continuo proceso de aprendizaje, como clave de la continuidad y del éxito sostenible. Damos apertura a las buenas ideas y la bondad de aprender de nuestros errores; así crearemos la cultura del dialogo, aprendiendo unos de otros logrando la verdadera “Mejora Continua”.

- Servicio

En Licoram tenemos el compromiso y la voluntad de “Servicio” para satisfacer las expectativas y necesidades de nuestros clientes internos y externos, con una actitud proactiva, procurando alcanzar los más altos estándares de calidad que redunden en su beneficio. “La confianza en sí mismos es el primer secreto del éxito».

- Trabajo En Equipo

La fuerza reside en las diferencias no en las similitudes, por eso en Licoram trabajamos con entusiasmo, honestidad, transparencia y perseverancia en la permanente búsqueda de la calidad

de nuestros productos y servicios, así sumando esfuerzos individuales lograremos alcanzar las metas institucionales.

3.6. Política de calidad y seguridad en el trabajo

Licores de América S.A. es una Empresa de diseño, producción, envasado y comercialización de bebidas, licores y productos a base de alcohol; que realiza sus actividades priorizando la seguridad integral de sus trabajadores, en función de los peligros y riesgos identificados, en relación a su giro negocio, aplicando las medidas preventivas de Seguridad y Salud en el Trabajo, mediante la identificación de los peligros, el control y la prevención de los riesgos del trabajo en el entorno laboral para prevenir la ocurrencia de incidentes o accidentes y el apareamiento de enfermedades ocupacionales y profesionales. Con este propósito, desde la Dirección General se destinarán los recursos humanos, tecnológicos y económicos necesarios, que permitan cumplir los objetivos, metas y programas empresariales, así como la Legislación Ecuatoriana relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo.

3.7. Ubicación

La empresa Licoram se encuentra ubicada en Ecuador, provincia de Imbabura en el cantón Ibarra, está situada en las calles Rocafuerte N1-132 y Mejía. En la ilustración 1 Ubicación Licoram se muestra la ubicación de la empresa.



Ilustración 1 Ubicación Licoram

Fuente: Google Maps 2018

3.8. Organigrama de la empresa

En la ilustración 2 se evidencia el organigrama de Licoram, donde se muestran los distintos niveles jerárquicos como están distribuidos los cargos.

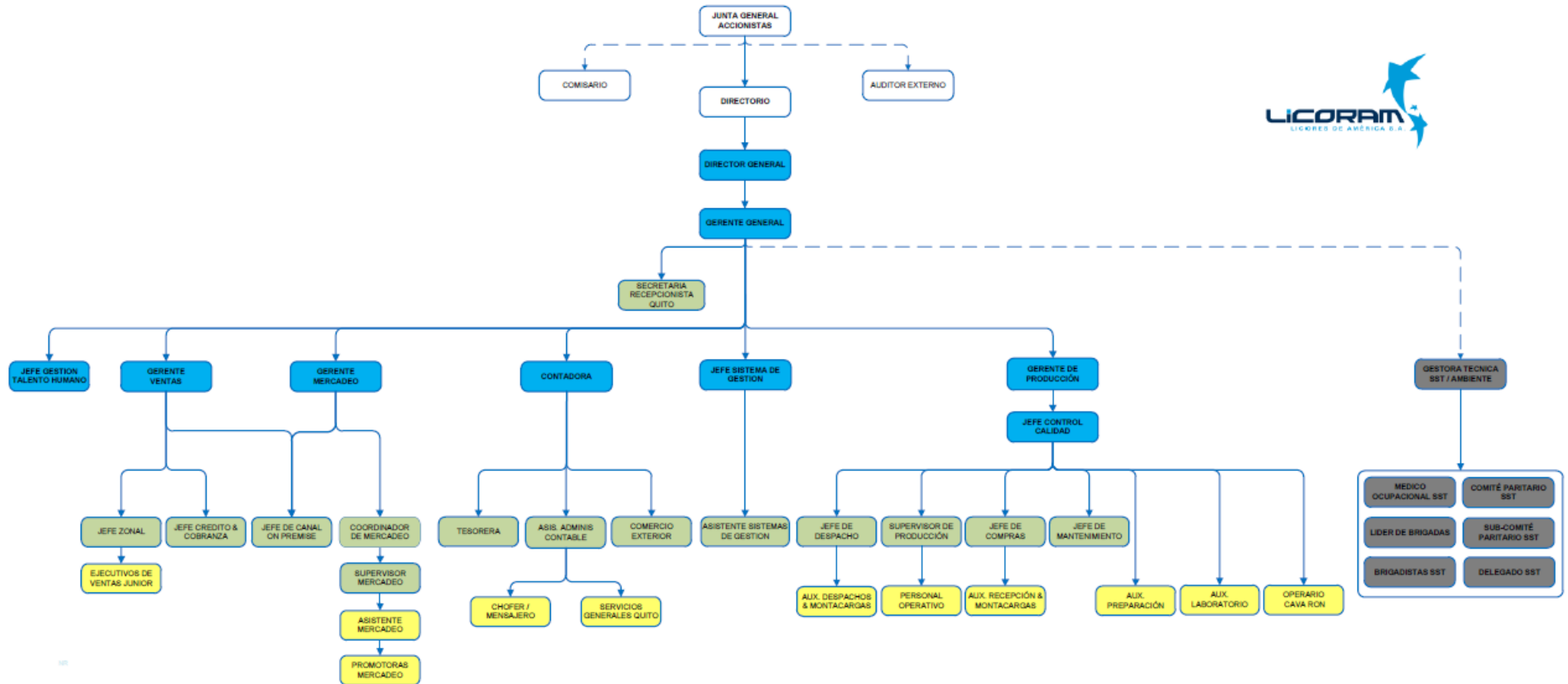


Ilustración 2 Organigrama Licoram

Fuente: Gerencia Licora

3.9. Producción de la empresa

Actualmente la empresa procesa 1200 litros de alcohol diariamente, los cuales son embotellados en presentaciones de 750 ml y 1 litro, es decir; cuando se envasan en la presentación de 750ml, se tiene una producción diaria de 1600 botellas y cuando se envasan en la presentación de 1 litro se producen 1200 botellas.

Se trabaja en turno de 8 horas diarias, 20 días al mes; entonces se asume que cada hora de producción se procesaran alrededor 150lt de alcohol. Entonces, se puede afirmar que la producción anual en litros de alcohol es de 288000 litros.

3.10. Diagnóstico de la gestión actual del mantenimiento

Luego de seis meses realizando prácticas preprofesionales en la empresa y efectuando una observación detallada del funcionamiento normal de los procesos de producción fue posible determinar con mayor criterio cuales son los procesos y las maquinas críticas en Licoram. En base a los antes mencionado, se logrará desarrollar la estructura idónea del programa de mantenimiento, el cual dará solución al problema presentado en la empresa, como es la ejecución de un mantenimiento reactivo basado simplemente en solucionar los daños de la maquina una vez estos se presentaban.

Al estudiar muy de cerca la gestión del mantenimiento existente, se determinó que la gran mayoría de los servicios mantenimientos se realizaban en el momento de ocurrir los daños, o sea, que solo se practicaba el mantenimiento de forma correctiva, siendo este un mecanismo muy rudimentario y poco eficiente al momento de generar resultados productivos y soluciones con una visión de largo plazo.

Además, se recabo que el departamento de mantenimiento de Licoram está constituido por tan solo una persona, desempeñando a su vez el cargo de jefe de mantenimiento, por lo cual, las acciones correctivas de la maquinaria se realizan únicamente por una persona, la misma que

se encarga de todo tipo de funciones, ya sean estas administrativas o correctivas. El jefe de mantenimiento tomaba atribución a acciones que van desde cambiar un bombillo, hasta instalar partes nuevas a la maquinaria.

3.10.1. Descripción de los equipos de Licoram

Para diseñar el programa de mantenimiento preventivo – predictivo es necesario hacer un inventario de los equipos involucrados en el proceso de producción, para después anexarlos a la respectiva documentación.

3.10.2. Inventario de maquinaria

Licoram, hoy en día cuenta con 17 máquinas mismas que se detallan en la tabla 2 Inventario de maquinaria.

Tabla 2 *Inventario de maquinaria*

Nº	Equipo
1	Compresor de Aire Principal Tornillo
2	Compresor del Taller Puska
3	Bombas
4	Planta Desmineralización
5	Filtro Prensa
6	Línea 1 Llenadora Capsuladora
7	Línea 3 Llenadora Capsuladora
8	Bandas Transportadoras
9	Montacargas Caterpillar
10	Codificadoras
11	Enfajadora Rochman
12	Tanque Dosificado, Sellado Doypack
13	Etiquetadora Eticap System
14	Filtros de Aire
15	Montacargas Toyota
16	Envasadora Borelli
17	Generador

Elaborado por: Autor

En la tabla se muestra la información de la maquinaria actual con la que posee la empresa, la misma que servirá como inventario inicial para la realización del programa de mantenimiento de la empresa.

En Licoram el servicio de mantenimiento de la maquinaria se realiza de dos maneras, ya sea mantenimiento interno o por la subcontratación de este, por lo que, la maquinaria que está sujeta al servicio de mantenimiento interno es la que se muestra en la tabla 3 Maquinaria sujeta a mtto interno.

Tabla 3 *Maquinaria sujeta a mtto interno*

N°	Equipo	Código
1	Compresor de Aire Principal Tornillo	M – 2001
2	Compresor del Taller Puska	M – 2002
3	Bombas	M – 2003
4	Filtro Prensa	M – 2004
5	Línea 1 Llenadora Capsuladora	M – 2005
6	Línea 3 Llenadora Capsuladora	M – 2006
7	Bandas Transportadoras	M – 2007
8	Codificadoras	M – 2008
9	Enfajadora Rochman	M – 2009
10	Tanque Dosificado, Sellado Doypack	M – 2010
11	Etiquetadora Eticap System	M – 2011
12	Filtros de Aire	M – 2012
13	Envasadora Borelli	M – 2013

Elaborado por: Autor

En el adjunto anterior se detalla la maquinaria que está sujeta a mantenimiento interno, además de la creación de códigos para su representación física y virtual, por tanto, se recalca que el programa de mantenimiento se realizara a estas 13 máquinas.

3.10.3. Determinación del estado técnico de la maquinaria

Al terminarse la revisión previa de la maquinaria, se establece una ponderación la cual puede ser de buena, regular, mala o muy mala. Para esto es necesario establecer el por ciento de eficiencia del equipo. Se multiplican la cantidad de aspectos evaluados por 100 y se evidencia la eficiencia actual. Esta información se encuentra en la tabla 4 Cálculo del estado técnico.

Tabla 4 *Cálculo del estado técnico*

Estado Técnico	Ponderación	Eficiencia Actual
Bueno	1	90 – 100%
Regular	0.8	75 – 89%
Malo	0.6	50 – 74%
Muy malo	0.4	Menos del 50%

Fuente: (ÁLVAREZ, 2004)

Una vez ponderados todos los aspectos, se suman los productos y el resultado se divide entre la cantidad de aspectos evaluados. Este resultado se multiplica x 100 y se obtiene el grado de eficiencia del equipo respecto a su condición inicial expresado en %.

La determinación del estado técnico de la maquinaria servirá para establecer el tipo de servicio por el cual debe comenzar el servicio de mantenimiento. Una vez establecido el estado técnico se hace concordancia con los parámetros expuestos en la tabla 5 Estado técnico, para determinar con qué mantenimiento se empezará después del análisis del estado técnico.

Tabla 5 *Estado Técnico*

Estado técnico	Tipo de servicio de mtto
Bueno	Revisión
Regular	Reparación pequeña
Malo	Reparación mediana
Muy malo	Reparación general

Elaborado por: Autor

Revisión: se ejecuta entre una reparación y otra según el programa, comprobando el estado técnico del equipo, solucionando fallos sencillos. La revisión contempla:

- Constatación el funcionamiento de los mecanismos
- Verificación del funcionamiento del sistema de lubricación
- Verificación del grado de calentamiento de las partes giratorias
- Revisión del grado de desgaste de las partes y piezas

Reparación pequeña: previene posibles defectos en la maquinaria ya que posee un mínimo de volumen de trabajo. Reparando de piezas de fácil acceso que se desgastan frecuentemente

Reparación mediana: La maquinaria se desmonta parcialmente y con ella se garantiza la precisión necesaria, potenciando la productividad hasta la próxima reparación planificada.

Reparación general: Es la actividad de mantenimiento de mayor volumen, se lleva a cabo para restituir la maquinaria al menos un 90% de su efectividad y condiciones de diseño originales.

A continuación, se detalla el análisis y los resultados obtenidos de la eficiencia y estado técnico de la maquinaria existente actualmente en Licoram.

Compresor de aire Principal

En la tabla 6 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del compresor de aire principal tipo tornillo.

Tabla 6 ET Compresor aire principal tipo tornillo

Parámetros	Equipo	Compresor de Aire Principal Tipo Tornillo
Consumo de energía		1
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		5.6
EFICIENCIA		93%
ESTADO TÉCNICO		BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 3 se evidencia la eficiencia del compresor de aire principal tipo tornillo, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

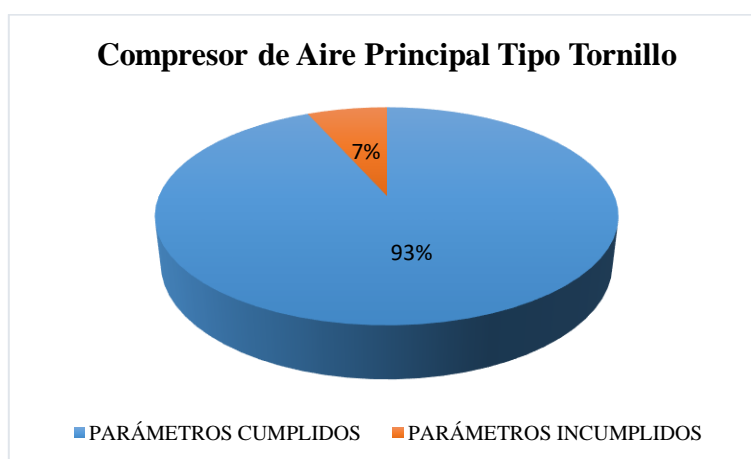


Ilustración 3 Eficiencia Compresor Aire Principal Tipo Tornillo

Elaborador por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del compresor de aire principal, siendo del 93%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Compresor del taller Puska

En la tabla 7 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del compresor del taller Puska.

Tabla 7 ET Compresor del taller Puska

Parámetros	Equipo	Compresor del taller Puska
Consumo de energía		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.6
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		0.8
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		5.6
EFICIENCIA		80%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 4 se evidencia la eficiencia del compresor del taller Puska, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

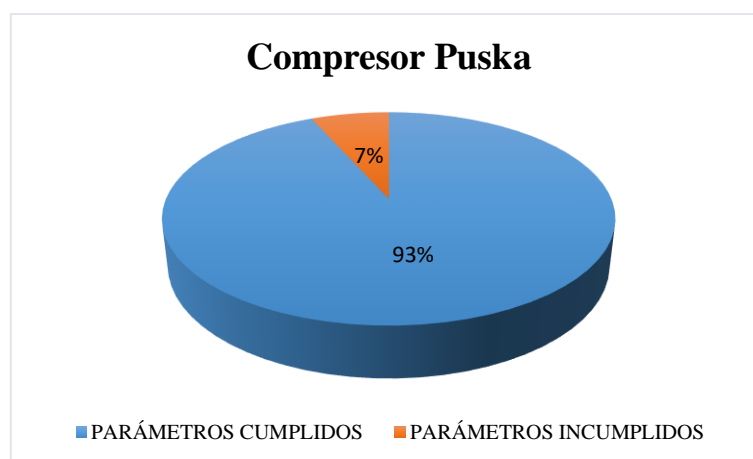


Ilustración 4 Eficiencia Compresor del taller Puska

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del compresor Puska, siendo del 93%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Bombas

En la tabla 8 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de las bombas.

Tabla 8 ET Bombas

Parámetros	Bombas
Consumo de energía	1
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento	0.8
Estado de la carcasa del equipo	1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando	1
Funcionamiento de los órganos de trabajo	0.8
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.	0.6
TOTAL	5.2
EFICIENCIA	87%
ESTADO TÉCNICO	REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 5 se evidencia la eficiencia de las bombas, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

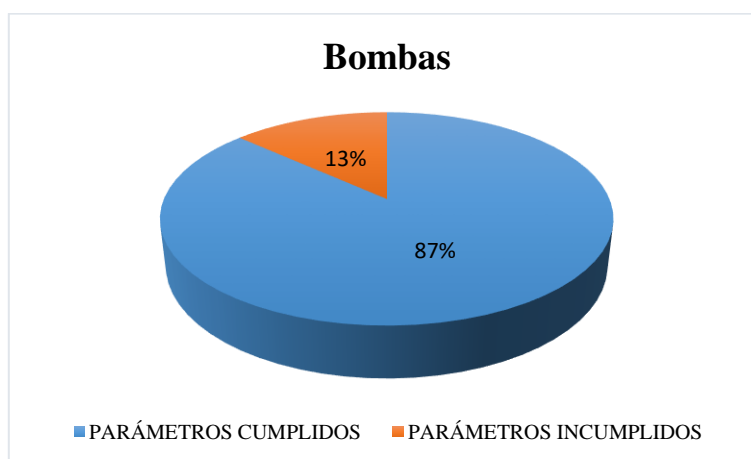


Ilustración 5 Eficiencia Bombas

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de las bombas, siendo del 87%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Planta desmineralización

En la tabla 9 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de la Planta de Desmineralización.

Tabla 9 ET Planta Desmineralización

Parámetros	Equipo	Planta Desmineralización
Consumo de energía		1
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Funcionamiento de los órganos de trabajo		1
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		5.8
EFICIENCIA		97%
ESTADO TÉCNICO		BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 6 se evidencia la eficiencia de la Planta de Desmineralización, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

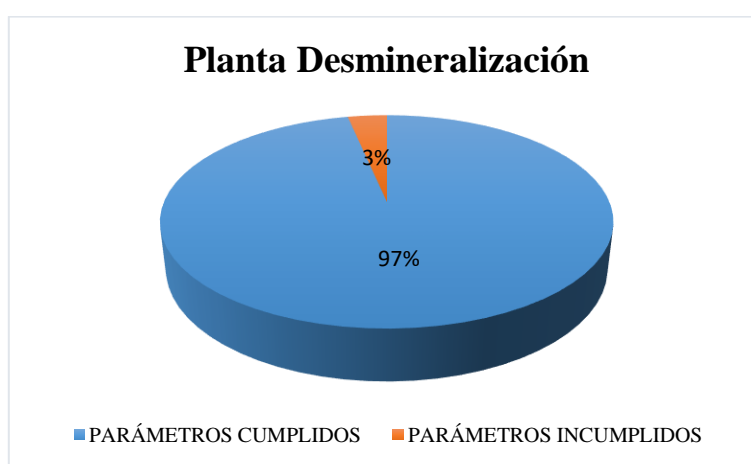


Ilustración 6 Eficiencia Planta Desmineralización

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la planta de desmineralización, siendo del 97%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Filtro Prensa

En la tabla 10 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del Filtro Prensa.

Tabla 10 ET Filtro Prensa

Parámetros	Equipo	Filtro Prensa
Consumo de energía		1
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		1
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Funcionamiento de los órganos de trabajo		1
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		1
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		1
TOTAL		8
EFICIENCIA		100%
ESTADO TÉCNICO		BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 7 se evidencia la eficiencia del Filtro Prensa, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

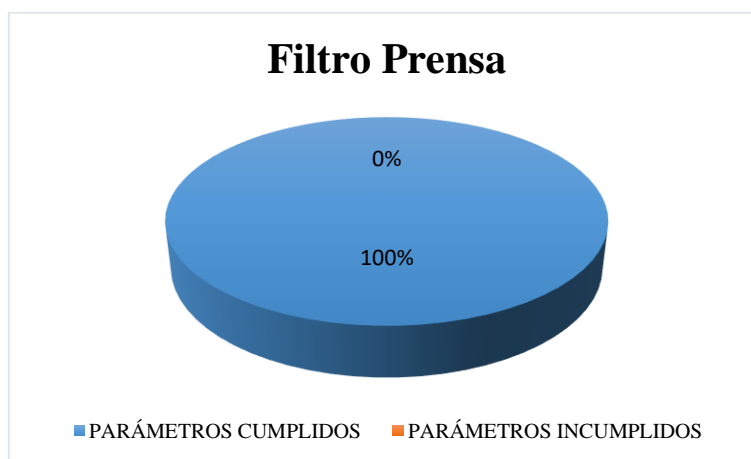


Ilustración 7 Eficiencia Filtro prensa

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del filtro, siendo del 100%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Línea 1 Llenadora Capsuladora

En la tabla 11 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de la Línea 1 Llenadora Capsuladora.

Tabla 11 ET Línea 1 Llenadora Capsuladora

Parámetros	Equipo	Línea 1 Llenadora Capsuladora
Consumo de energía		0.6
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.6
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.6
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		6
EFICIENCIA		75%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 8 se evidencia la eficiencia de la Línea 1 Llenadora capsuladora, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

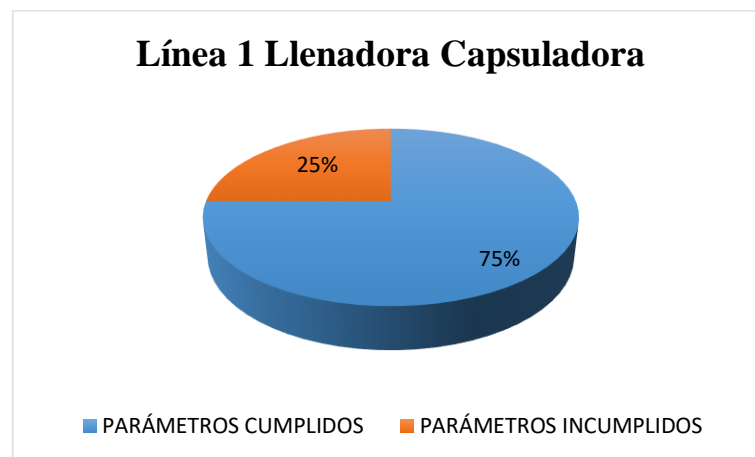


Ilustración 8 Eficiencia Línea 1 Llenadora Capsuladora

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la Línea 1 Llenadora capsuladora, siendo del 75%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Línea 3 Llenadora Capsuladora

En la tabla 12 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de la Línea 3 Llenadora Capsuladora.

Tabla 12 ET Línea 3 Llenadora Capsuladora

Parámetros	Equipo	Línea 3 Llenadora Capsuladora
Consumo de energía		0.6
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.6
Funcionamiento de los órganos de trabajo		1
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.6
TOTAL		6.4
EFICIENCIA		80%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 9 se evidencia la eficiencia de la Línea 1 Llenadora capsuladora, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

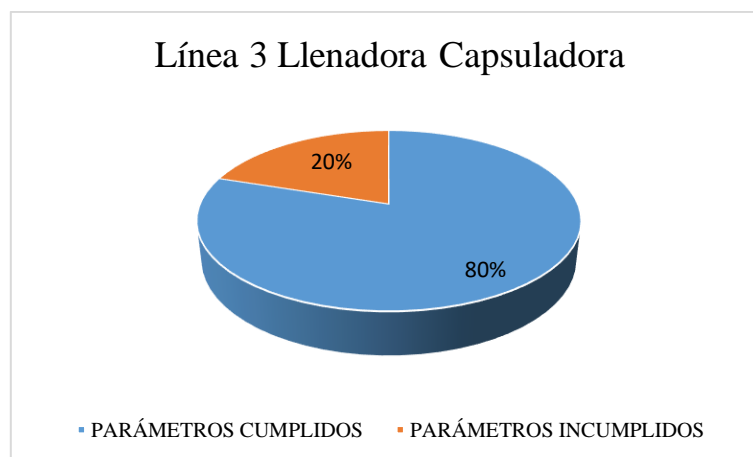


Ilustración 9 Eficiencia Línea 3 Llenadora Capsuladora

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la Línea 3 Llenadora capsuladora, siendo del 80%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Bandas Transportadoras

En la tabla 13 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de las bandas transportadoras.

Tabla 13 ET Bandas Transportadoras

Parámetros	Equipo	Bandas Transportadoras
Consumo de energía		0.8
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.6
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		0.6
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.6
TOTAL		5.8
EFICIENCIA		73%
ESTADO TÉCNICO		MALO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 10 se evidencia la eficiencia de las bandas transportadoras, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

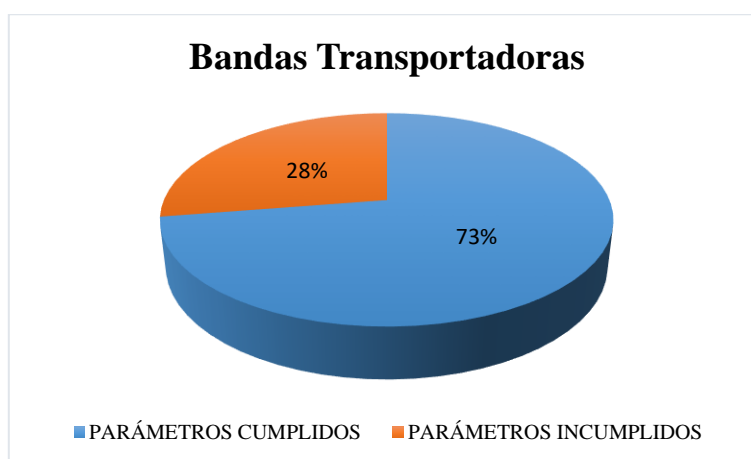


Ilustración 10 Eficiencia banda transportadora

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la banda transportadora, siendo del 73%, denotando un estado técnico malo, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación mediana.

Montacargas Caterpillar

En la tabla 14 se detalla los parámetros evaluados del estado del Montacargas Caterpillar.

Tabla 14 *Montacargas Caterpillar*

Parámetros	Equipo	Montacargas Caterpillar
Consumo de energía		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.6
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.6
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		0.6
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.6
TOTAL		4.8
EFICIENCIA		69%
ESTADO TÉCNICO		MALO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 11 se evidencia la eficiencia del Montacargas Caterpillar, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

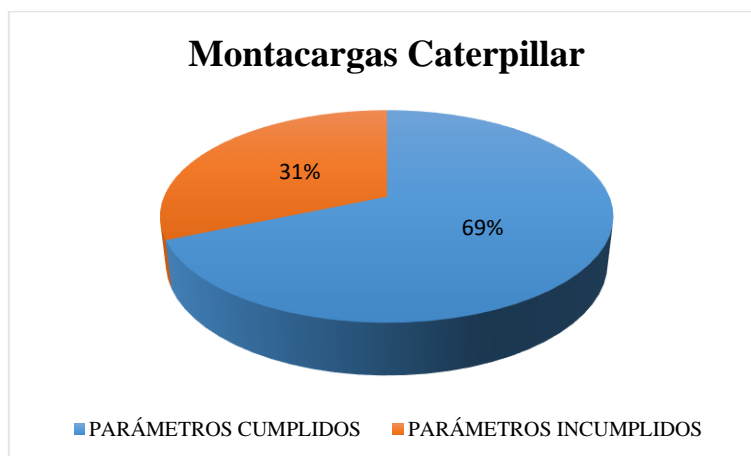


Ilustración 11 *Montacargas Caterpillar*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del montacargas Caterpillar, siendo del 69%, denotando un estado técnico malo, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación mediana.

Codificadoras

En la tabla 15 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de las Codificadoras.

Tabla 15 *ET Codificadoras*

Parámetros	Codificadoras
Consumo de energía	0.8
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento	1
Estado de la carcasa del equipo	0.8
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando	0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo	1
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo	1
TOTAL	5.4
EFICIENCIA	90%
ESTADO TÉCNICO	BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 12 se evidencia la eficiencia de las codificadoras, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

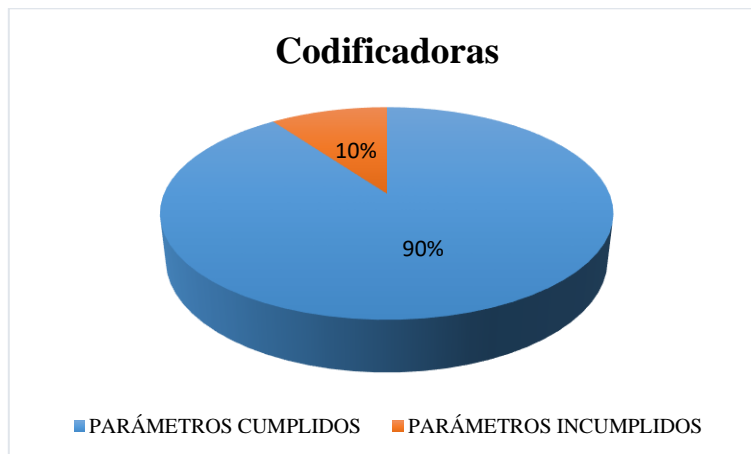


Ilustración 12 *Eficiencia Codificadoras*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de las Codificadoras, siendo del 90%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Enfajadora Rochman

En la tabla 16 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico de la Enfajadora Rochman.

Tabla 16 *Enfajadora Rochman*

Parámetros	Equipo	Enfajadora Rochman
Consumo de energía		1
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		1
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		7.2
EFICIENCIA		90%
ESTADO TÉCNICO		BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 13 se evidencia la eficiencia de la Enfajadora Rochman, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

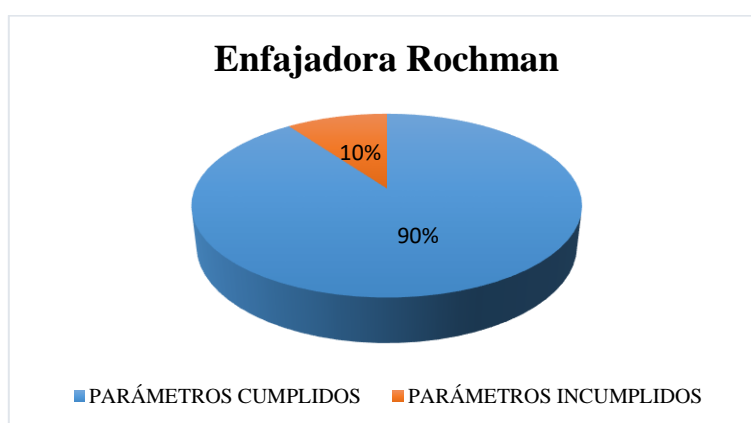


Ilustración 13 *Eficiencia Enfajadora Rochman*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la Enfajadora Rochman, siendo del 90%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

Tanque Dosificado, Sellado Doypack

En la tabla 17 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del tanque de Dosificado, Sellado Doypack.

Tabla 17 ET Tanque Dosificado, Sellado Doypack

Parámetros	Equipo	Tanque Dosificado, Sellado Doypack
Consumo de energía		0.8
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		1
Estado de la carcasa del equipo		0.8
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.6
TOTAL		5.2
EFICIENCIA		87%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 14 se evidencia la eficiencia del Tanque de Dosificado, Sellado Doypack, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

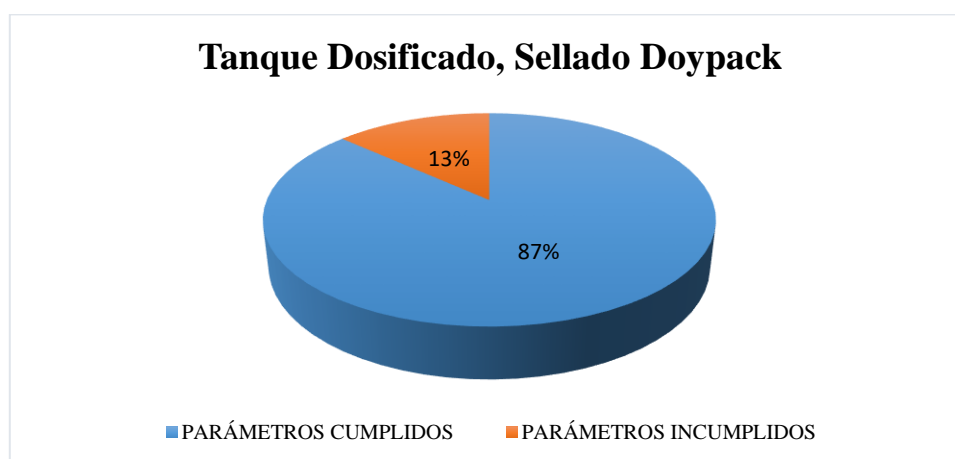


Ilustración 14 Eficiencia Tanque Dosificación

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del tanque de dosificación, siendo del 87%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Etiquetadora

En la tabla 18 se detalla los parámetros evaluados de la Etiquetadora.

Tabla 18 *Etiquetadora*

Parámetros	Equipo	Etiquetadora
Consumo de energía		1
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.8
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.6
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		5.6
EFICIENCIA		80%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 15 se evidencia la eficiencia de la Etiquetadora, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

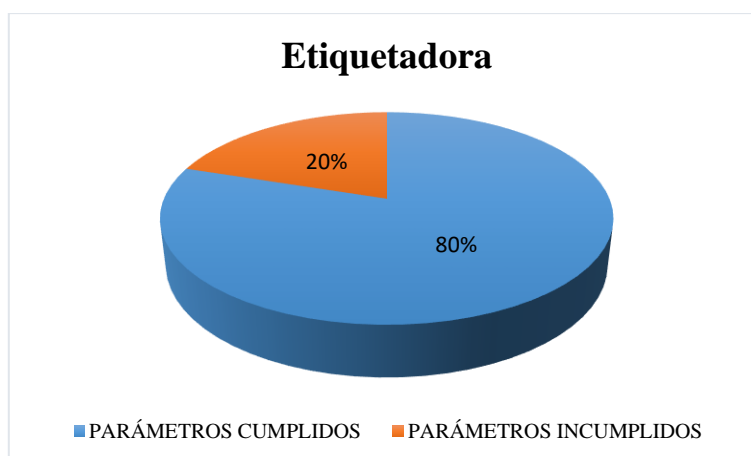


Ilustración 15 *Eficiencia Etiquetadora*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la etiquetadora, siendo del 80%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Filtros de Aire

En la tabla 19 se detalla los parámetros evaluados de los Filtros del Aire.

Tabla 19 *Filtros de Aire*

Parámetros	Filtros de Aire
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento	1
Estado de la carcasa del equipo	1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando	0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo	0,8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo	1
TOTAL	3.8
EFICIENCIA	76%
ESTADO TÉCNICO	REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 16 se evidencia la eficiencia de los Filtros de Aire tipo tornillo, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

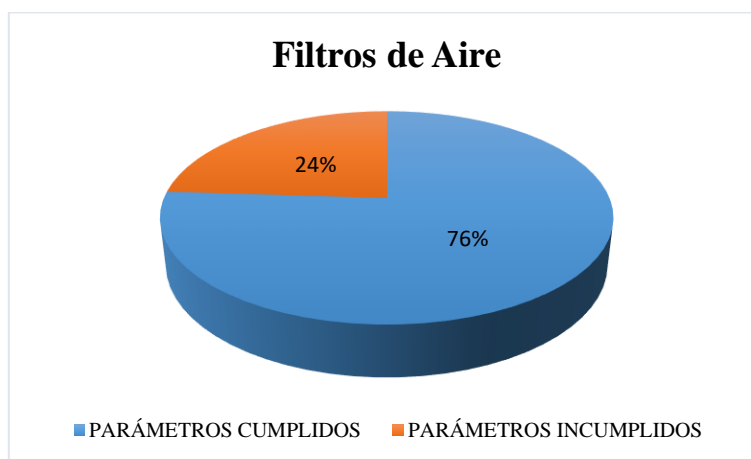


Ilustración 16 *Eficiencia Filtros de Aire*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de Los filtros de aire, siendo del 76%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Montacargas Toyota

En la tabla 20 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del Montacargas Toyota.

Tabla 20 *Montacargas Toyota*

Parámetros	Equipo	Montacargas Toyota
Consumo de energía		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.6
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo		0.8
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		0.6
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		5.2
EFICIENCIA		74%
ESTADO TÉCNICO		MALO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 17 se evidencia la eficiencia del Montacargas Toyota, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

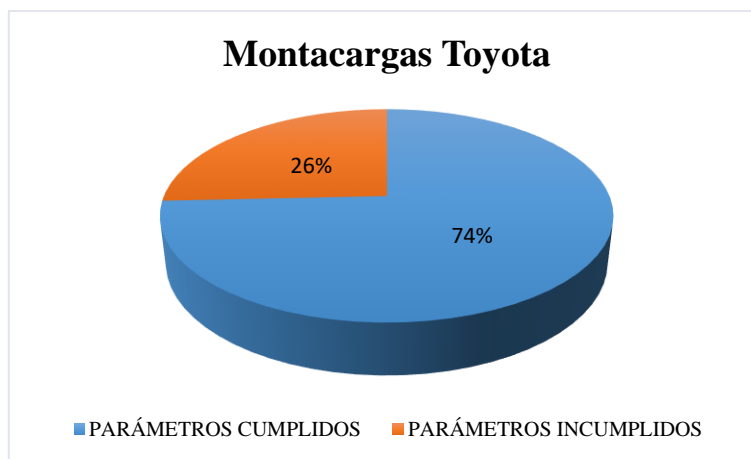


Ilustración 17 *Eficiencia Montacargas Toyota*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del montacargas Toyota, siendo del 74%, denotando un estado técnico malo, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación mediana.

Envasadora Borelli

En la tabla 21 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del compresor de aire principal tipo tornillo.

Tabla 21 ET Envasadora Borelli

Parámetros	Equipo	Envasadora Borelli
Consumo de energía		1
Funcionamiento del elemento motriz y del acoplamiento		0.8
Estado de la carcasa del equipo		0.8
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		0.8
Funcionamiento de los órganos de trabajo		1
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		0.8
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		0.8
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		6
EFICIENCIA		75%
ESTADO TÉCNICO		REGULAR

Elaborado por: Autor

En la ilustración 18 se evidencia la eficiencia de la Envasadora Borelli, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos.

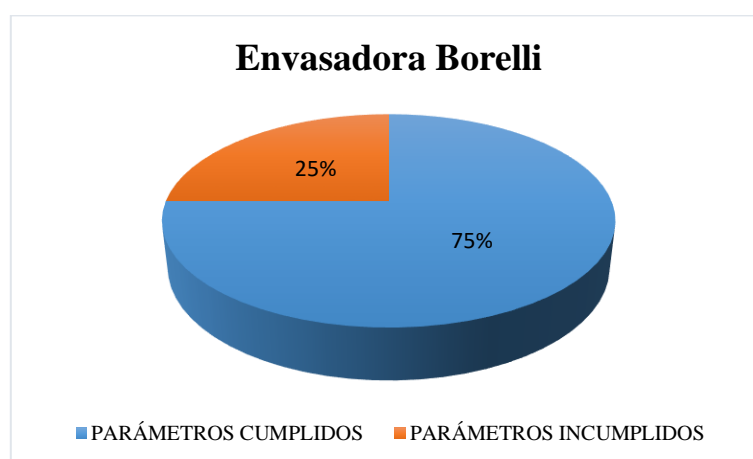


Ilustración 18 Eficiencia Envasadora Borelli

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual de la envasadora Borelli, siendo del 75%, denotando un estado técnico regular, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una reparación pequeña.

Generador

En la tabla 22 se detalla los parámetros evaluados del estado técnico del generador.

Tabla 22 *ET Generador*

Parámetros	Equipo	Generador
Consumo de energía		1
Estado de la carcasa del equipo		1
Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando		1
Funcionamiento de los órganos de trabajo		1
Estado de las transmisiones (correas, cadenas, engranajes, etc.)		1
Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo		1
Nivel de ruido, vibraciones, temperatura, etc.		0.8
TOTAL		6.8
EFICIENCIA		97%
ESTADO TÉCNICO		BUENO

Elaborado por: Autor

En la ilustración 19 se evidencia la eficiencia del generador, tomando en cuenta los parámetros cumplidos e incumplidos en el análisis del estado técnico.

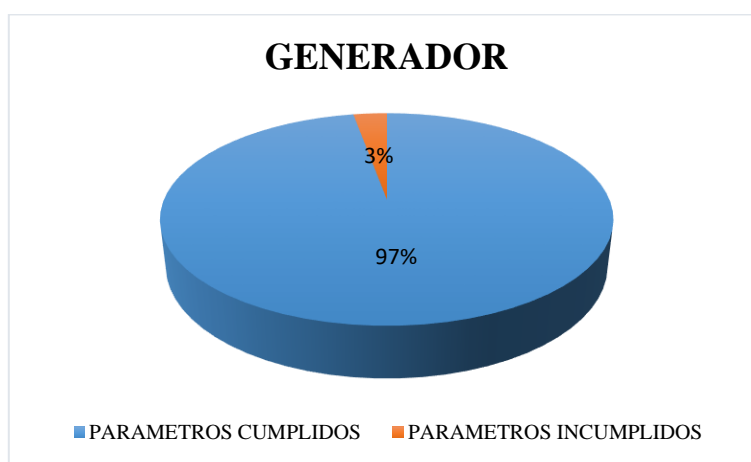


Ilustración 19 *Eficiencia Generador*

Elaborado por: Autor

En la ilustración se muestra la eficiencia actual del generador, siendo del 97%, denotando un estado técnico bueno, lo que conlleva a empezar el servicio de mantenimiento por una revisión.

A continuación, se muestra la ilustración 20 donde se detallan los datos obtenidos de la eficiencia del sistema,

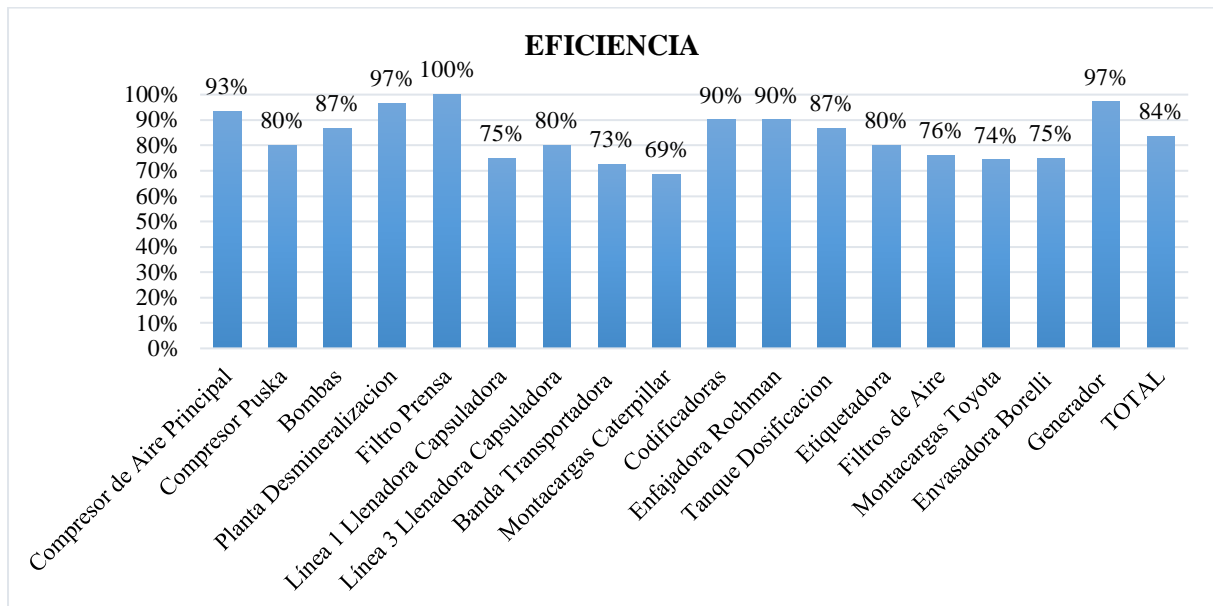


Ilustración 20 Eficiencia del sistema

Elaborado por: Autor

Como se evidencia en la ilustración expuesta se calculó la eficiencia total del sistema, con el promedio de la maquinaria estudiada, siendo del 84%, que denota un estado técnico regular de la maquinaria en conjunto. Con el resultado obtenido se logra evidenciar que la mayor parte de maquinaria en Licoram se encuentra en un estado regular operativo.

Después de haber calculado el estado técnico y eficiencia de la maquinaria se procedió a realizar el cálculo del MTBF y el MTTR, siendo indicadores de desempeño en mantenimiento. Estos indicadores se calculan tomando como base un histórico de fallas, Licoram al no poseer registros que evidencien dichos fallos requiere la creación de estos registros los cuales se evidenciarán en el posterior capítulo.

Para la realización del cálculo del MTBF y MTTR se tomó como referencia datos de fallos ocasionados en el año anterior, detallados por mes, el número de fallos ocasionados, así como la duración de estos.

Al determinar el MTBF y el MTTR se debe definir las horas de trabajo de la maquinaria, sean horas programadas o no programadas, se manifiesta un ejemplo del cálculo como se muestra en la tabla 22 Horas programadas y no programadas, y en la tabla 23 Cálculo del MTBF Y MTTR de las bandas transportadoras,

Tabla 23 Horas Programadas y no programadas

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

Tabla 24 Cálculo del MTBF y MTTR Bandas Transportadoras

BANDAS TRANSPORTADORAS						
Mes	Número de Fallos (unidades)	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF)(horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)(horas)
Enero	1	5	136	131	131	5
Febrero	2	2	136	134	67	1
Marzo	1	3	136	133	133	3
Abril	3	4	136	132	44	1.33
Mayo	2	3	136	133	66.5	1.5
Junio	3	4	136	132	44	1.33
Julio	2	2	136	134	67	1
Agosto	1	2	136	134	134	2
Septiembre	3	4	136	132	44	1.33
Octubre	2	3	136	133	66.5	1.5
Noviembre	3	6	136	130	43.33	2
Diciembre	1	4	136	132	132	4
TOTAL	24	42	1632	1590	972.33	25

Elaborado por: Sergio Pérez (2019)

En las tablas anteriores se reflejan los resultados obtenidos al analizar las bandas transportadoras, como se puede apreciar se encuentran detallados el número de fallas, tiempo de inactividad causadas por las mismas y el tiempo productivo. Este proceso se realizó con las 13 maquinarias que están dentro del servicio de mantenimiento interno, estos cálculos se pueden evidenciar en los Anexos 1 al 12.

En la tabla 24 Cálculo del MTBF y MTTR se muestran los cálculos del MTBF y MTTR aplicados a toda la maquinaria.

Tabla 25 Cálculo del MTBF y MTTR

Maquinaria	MTBF (horas)	MTTR (horas)
Compresor Aire Principal Tornillo	719	17
Compresor De Taller Puska	47	13
Bombas	448	23
Filtro Prensa	486.5	17.5
Línea 1 Llenadora Capsuladora	523	21
Línea 3 Llenadora Capsuladora	307	23
Banda Transportadora	972.33	25
Codificadoras	667	13
Enfajadora Rochman	305.33	12
Tanque Dosificado, Sellado Doypack	437.67	15.67
Etiquetadora	528.5	15.5
Filtros De Aire	427	13
Envasadora Borelli	410.5	20.17

Elaborado por: Autor

En la tabla se muestran los resultados del cálculo del MTBF y MTTR de la maquinaria en un año, calculados estos valores se procederá para el cálculo de la disponibilidad de los equipos.

Para calcular de la disponibilidad es necesario contar con el MTBF y MTTR, en la tala 23 se muestra el procedimiento para el cálculo de está. A continuación, en la Tabla 25 Cálculo de la Disponibilidad se muestra la disponibilidad de cada maquinaria y del sistema en conjunto.

Tabla 26 Cálculo de la Disponibilidad

Maquinaria	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Disponibilidad
Compresor de Aire Principal Tornillo	719	17	97.69%
Compresor de Taller Puska	47	13	78.33%
Bombas	448	23	95.12%
Filtro Prensa	486.5	17.5	96.53%
Línea 1	523	21	96.14%
Línea 3	307	23	93.03%
Bandas Transportadoras	972.33	25	97.49%
Codificadoras	667	13	98.09%
Enfajadora Rochman	305.33	12	96.22%

Tanque Dosificado, Sellado Doypack	437.67	15.67	96.54%
Etiquetadora	528.5	15.5	97.15%
Filtros De Aire	427	13	97.05%
Envasadora Borelli	410.5	20.17	95.32%
Total			94.98%

Elaborado por: Autor

Como se puede observar en la tabla anterior, la disponibilidad del sistema en conjunto es del 94.98%, recordando lo antes mencionado “la disponibilidad de un equipo no asegura el funcionamiento del mismo, sino que está condiciones de funcionar”.

CAPITULO VI

4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO

El programa de mantenimiento preventivo - predictivo diseñado para la empresa Licoram, mejorará la organización y planificación del servicio de mantenimiento. Para determinar el mejor diseño del programa se procedió en primera instancia a recopilar toda la información bibliográfica que fuera pertinente y facilite un mejor desarrollo de este. Paso seguido se realizó un análisis situacional de la empresa, con lo que se logra evidenciar como se llevaba a cabo el servicio de mantenimiento en Licoram, para finalmente proponer el programa de mantenimiento. Se crearon formatos de mantenimiento, fichas técnicas para los equipos, inventario de maquinaria, registro de fallos entre otros.

4.1. Modelo para la administración del mantenimiento en Licoram. S.A.

El programa de mantenimiento a diseñar para Licoram SA se basa en la planificación preventiva-predictiva que refiere a todas las acciones enfocadas a mantener la maquinaria y equipos en una condición óptima para el funcionamiento y mejoramiento productivo de la empresa

4.2. Propósito del programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento propuesto potenciara el cumplimiento de los aspectos mencionados a continuación:

- Minimizar el tiempo muerto en producción imputable al mantenimiento
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento de la maquinaria que puedan afectar directamente a la calidad del producto.
- Reducir costos de mantenimiento.
- Incrementar la vida útil de la maquinaria y equipos de la empresa

4.3. Actividades del programa de mantenimiento preventivo - predictivo.

Las actividades de mantenimiento preventivo – predictivo tienen como objetivo el conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y la detección de posibles fallas potenciales que puedan provocar paros en la producción o afectar la seguridad e integridad del personal. Para registrar los distintos fallos y tener un histórico de los mismos, se crearon los siguientes registros, correspondientes a cada maquinaria como se detallan en los (Anexos 13-24).

4.3.1. Flujograma de actividades

En la ilustración 21 se evidencia la simbología utilizada para crear el flujograma de actividades que se deberán seguir para evidenciar el registro de históricos.


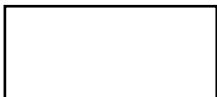


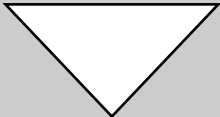
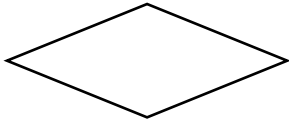
Símbolo	Significado
	Inicio y fin: indica el inicio y final del diagrama de flujo.
	Operación: representa la realización de una actividad relativa o un procedimiento.
	Documento: representa la creación, entrada o utilización de documentos en un procedimiento.
	Datos: indica la salida y entrada de datos.
	Archivo: Deposito permanente de un documento o información.
	Decisión: Indica varios caminos dentro del diagrama de flujo.

Ilustración 21 Simbología del flujograma de actividades

Elaborado por: Autor

4.3.2. Responsables de actividades

En la tabla 27 se muestran los responsables que llevaran a cabo el flujograma de actividades en la empresa Licoram

Tabla 27 *Responsables de actividades del flujograma*

Indicador	Descripción
A	Cliente Interno (Supervisor de Producción)
B	Jefe de mantenimiento
C	Gerencia Licoram

Elaborado por: Autor

4.3.3. Registro de histórico de fallas

En la ilustración 22 se evidencia el flujograma de actividades para el registro de fallos.

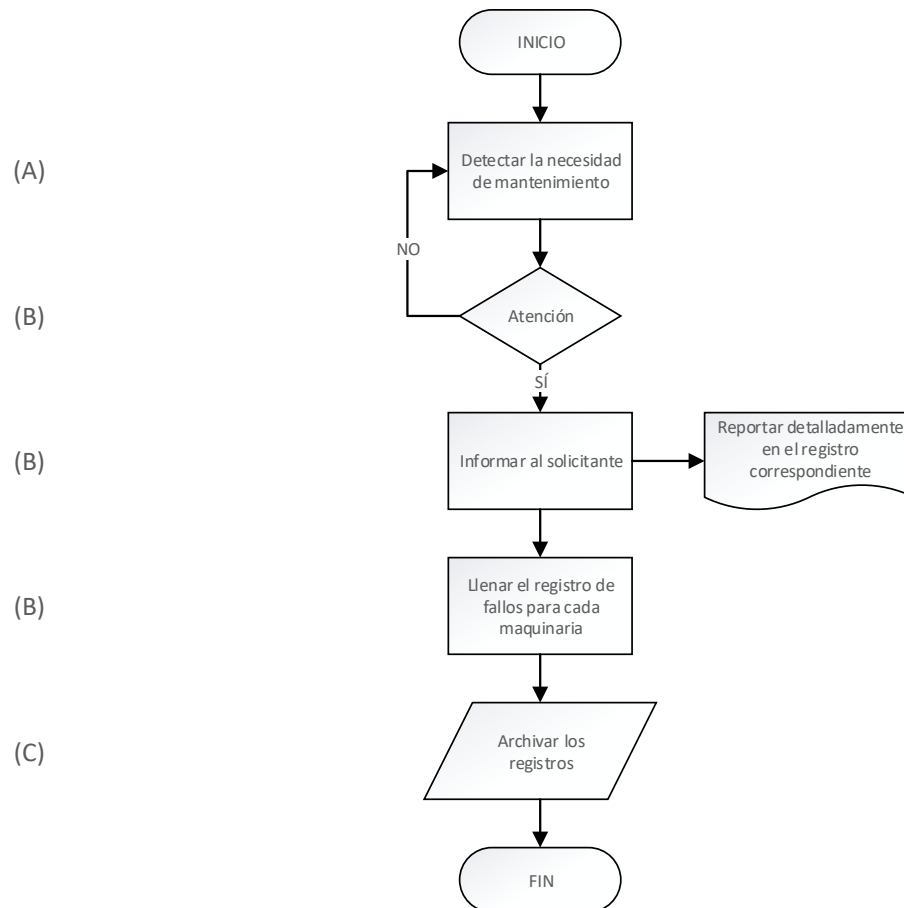


Ilustración 22 *Flujograma de actividades*

Elaborado por: Autor

A continuación, se ejemplificará uno de los formatos de registro de fallos creados, evidenciado en la ilustración 23 registro de fallas Compresor de Aire Principal Tipo Tornillo, donde se detallan los meses, la fecha, el detalle del fallo producido, el tiempo de inactividad del fallo, y observaciones, este registro ayudará a Licoram a contar con un histórico cuantificable de fallos, lo cual facilitará el análisis de estos, para una toma de decisiones efectiva en el futuro además de evidenciar.

Ilustración 23 Registro de fallos Compresor de Aire Principal Tipo Tornillo



Registro de fallos Compresor de Principal

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Compresor Aire Principal Tipo Tornillo				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				

Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

Elaborador por: Autor

4.4. Programa de mantenimiento

Para el diseño del programa de mantenimiento en la empresa Licoram S.A. se creó la documentación necesaria para el desarrollo y control de las actividades de mantenimiento a realizarse en la maquinaria. En este caso se ejemplificará el ***Mantenimiento Compresor Aire Principal Tipo Tornillo*** representado en la Ilustración 24. Estos documentos quedan estructurados como se detalla a continuación.

- Todo documento empieza por el nombre de la maquinaria a la que se realizara el mantenimiento, como se muestra en este caso ***Mantenimiento Compresor Aire Principal Tipo Tornillo***, posteriormente se detallan las actividades de mantenimiento a realizar.
- Verificación de la Banda.
- Verificación del filtro aire.
- Drenaje del Condensado del Vaso de Presión.
- Verificación del Nivel y/o Presión del Elemento Separador.
- Nivel del Vaso de Presión.
- Drenaje del Condensado del Tanque de Acumulación.

Se detalla también la frecuencia con la que se deben realizar las actividades de mantenimiento, variando de actividades que requieren ser ejecutados semanal, quincenal, mensual, trimestral y anualmente según sea el caso. Por otra parte, se asigna una fecha y un responsable de cumplir con las mencionadas actividades. Para verificación de la documentación revisar los Anexos 25 al 36.

Ilustración 24 Mantenimiento Compresor Aire Principal Tipo Tornillo



**MANTENIMIENTO COMPRESOR
AIRE PRINCIPAL TIPO TORNILLO**

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Compresor de tornillo con cabina				
<ul style="list-style-type: none">Verificación de la Banda.Verificación del filtro aire.Drenaje del Condensado del Vaso de Presión.Verificación del Nivel y/o Presión del Elemento Separador.Nivel del Vaso de Presión.Drenaje del Condensado del Tanque de Acumulación.	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 5			
	Semana 6			
	Semana 7			
	Semana 8			
	Semana 9			
	Semana 10			
	Semana 11			
	Semana 12			
	Semana 13			
	Semana 14			
	Semana 15			
	Semana 15			
	Semana 16			
	Semana 17			
	Semana 18			
	Semana 19			
	Semana 20			
	Semana 21			
	Semana 22			
	Semana 23			
Semana 24				
Semana N				

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor eléctrico				
Cada 3000 horas de funcionamiento cambio del elemento del separador	SR			
	SR			
	SR			
Cada 1000 horas de funcionamiento cambio de aceite mineral del vaso de presión.	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Radiador				
Cada 1000 horas de funcionamiento cambio de filtro y aceite del radiador	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Revisión y/o Limpieza de la Colmena del Radiador	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Sistema eléctrico				
Revisión de Mandos, Contactos y Cableado Eléctrico en General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

Disposiciones	SR= Según Requerimiento	TRIM: Trimestral
---------------	-------------------------	------------------

Elaborador por: Autor

4.5. Mantenimiento Correctivo

Comprenderán todas las operaciones inesperadas, que no se encuentren programadas en el cronograma establecido, serán las reparaciones o fallos funcionales y operacionales, las cuales se registrarán los formatos de registro de fallos como se menciona anteriormente. Además, se

deberá seguir el ciclo que se muestra en la Ilustración 25, el cual permitirá la organización, planificación y ejecución de este.

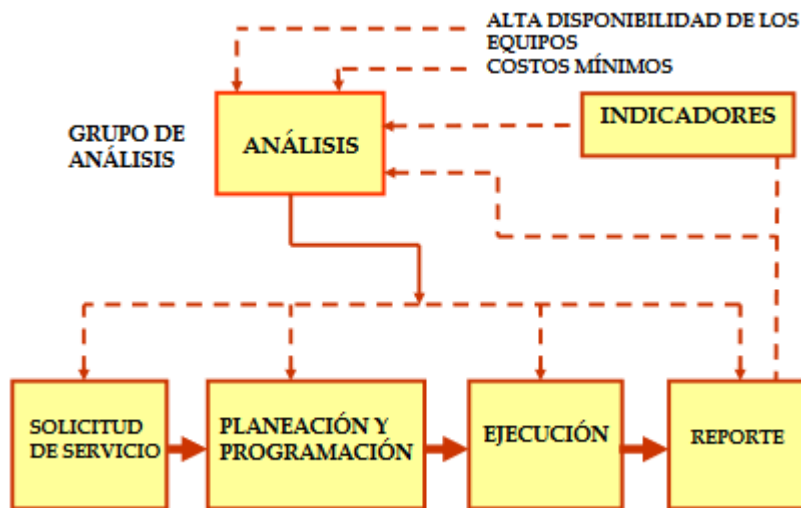


Ilustración 25 Flujo mantenimiento no programada

Fuente: (Gutiérrez, 2012)

El mantenimiento no programado comenzará con una solicitud de mantenimiento como se detalla en la ilustración anterior (Ver Anexo 37).

4.6. Mantenimiento Preventivo

Se realizará de manera planificada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en la maquinaria, este mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente y de acuerdo con el cronograma de actividades. Tendrá como evitar o mitigar las consecuencias de los fallos, o detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento de la maquinaria, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. y de esta manera se evita los altos costos de reparación, disminuyendo la probabilidad de paros imprevistos, además de, prolongas la vida útil de la maquinaria en Licoram. Algunas de las acciones a realizarse serán: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros.

4.6.1. Cronograma de Actividades del Programa de mantenimiento preventivo – predictivo

Se muestra a continuación cómo deben desarrollarse las actividades del mantenimiento preventivo, detalladas mes a mes y por cada maquinaria. La incidencia del mantenimiento se encuentra evidenciada por codificación de colores como se muestra en la tabla 28 Cronograma de actividades y frecuencia del mantenimiento.

Tabla 28 *Cronograma de actividades y frecuencia del mantenimiento*

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

4.7. Mantenimiento Predictivo

Se analizarán situaciones como el nivel de vibración, temperatura, presión y tensión eléctrica que deben ser registradas y mantener un seguimiento adecuado para la toma de decisiones apropiadas en el momento necesario. Entre las principales técnicas de mantenimiento predictivo y la aplicación de este en la maquinaria industrial son:

- Análisis de vibraciones

Es la principal técnica para supervisar y diagnosticar la maquinaria rotativa e implantar un programa de mantenimiento predictivo.

- Análisis de Lubricantes

son fundamentales para determinar el deterioro del lubricante, la entrada de contaminantes y la presencia de partículas de desgaste.

- Termografía

Se obtiene información sobre la temperatura de un objeto a distancia sin emplear el contacto físico con el mismo, a través de captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético, mediante unas cámaras que pueden transformar la energía radiada en información sobre la temperatura de dichos elementos.

4.8. Mantenimiento autónomo.

Este mantenimiento se compone por el conjunto de actividades diarias que realiza el operador encargado de la máquina, en las que se comprende lubricación, limpieza, intervenciones menores, arreglo o sustitución de piezas.

Las operaciones mencionadas anteriormente se realizan con la adecuada capacitación a los operadores para que estas operaciones no generen de pérdidas de tiempo.

4.8.1. Inspecciones periódicas programadas

Se programa intervalos fijos e independientes del estado del estado original de la máquina, este proceso se fija con el fin de obtener información actualizada y útil del estado de las partes del equipo, el resultado de estas inspecciones será el soporte para la planeación del mantenimiento posteriormente.

Las inspecciones periódicas se las clasificará de la siguiente manera:

- **Inspecciones de rutina**

Es un análisis organoléptico que se realizará diariamente, además de actividades que van desde pequeñas limpiezas, lubricación y actividades de ajuste.

- **Inspecciones periódicas menores**

Se realizarán trimestralmente, donde se verificará nivel de consumo energético, estado técnico de la maquinaria.

4.9. Análisis de los resultados

Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo – predictivo por parte de la empresa Licoram, se logrará una mejora de la eficiencia y la productividad de la empresa, influyendo directamente en la reducción de los fallos de la maquinaria y un mayor tiempo productivo disponible.

Para evidenciar lo anteriormente mencionado es necesario observar la información recabada en la tabla 29 Análisis anual de inactividad por fallas.

Tabla 29 *Análisis Anual de Inactividad por fallos*

Maquinaria	Tiempo Disponible (horas)	T. Inactividad Por Fallos (horas)	T. Productivo (horas)
Compresor de Aire Principal Tornillo	2208	20	2188
Compresor del Taller Puska	240	13	227
Bombas	1344	32	1312
Filtro Prensa	1344	20	1324
Línea 1	1632	33	1599
Línea 3	720	26	694
Banda Transportadora	1632	42	1590
Codificadoras	1632	16	1616
Enfajadora Rochman	1632	22	1610
Tanque Dosificado, Sellado Doypack	1632	26	1606
Etiquetadora	1632	21	1611
Filtros De Aire	1056	16	1040
Envasadora Borelli	1632	32	1600
Total		319	

Elaborado por: Autor

En la tabla anterior, se muestran los resultados del tiempo disponible y tiempo productivo de cada maquinaria, además del tiempo de inactividad por fallos producidos en el año. Después de analizar los resultados obtenidos se evidencia que en el año 2019 hubo una de inactividad 319 horas en el ciclo productivo ocasionado por paradas no programadas de mantenimiento en la maquinaria. Sin embargo, existe maquinaria que no incide directamente en el ciclo de producción como lo son: Bombas, Filtro Prensa, Codificadoras y Filtros de Aire, por lo que se hace necesario analizar los fallos ocasionados mensualmente sin tomar en cuenta la maquinaria previamente mencionada, de esta manera establecer el tiempo de inactividad los equipos que inciden directamente en la producción.

En la tabla 30 fallos mensuales de la maquinaria, se muestran algunos de los fallos registrados mensualmente por cada maquinaria.

Tabla 30 *Fallos Mensuales de la maquinaria*

Maquinaria	Tiempo de Inactividad por fallos (horas)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Compresor Aire Principal Tornillo	8	0	0	3	0	0	0	2	0	3	0	4	20
Compresor De Taller Puska	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	13
Bombas	8	0	4	0	5	0	0	6	0	3	0	6	32
Filtro Prensa	5	0	0	3	0	5	0	0	3	0	0	4	20
Línea 1	9	0	4	0	4	0	5	0	6	0	5	0	33
Línea 3	6	0	3	0	4	0	5	0	4	0	0	4	26
Banda Trasportadora	5	2	3	4	3	4	2	2	4	3	6	4	42
Codificadoras	4	3	0	3	0	1	0	0	2	0	3	0	16
Enfajadora Rochman	6	0	4	0	0	0	6	0	0	0	6	0	22
Tanque Dosificado, Sellado Doypack	8	0	3	0	0	4	0	0	5	0	6	0	26
Etiquetadora	7	1	0	0	3	0	0	0	4	0	6	0	21
Filtros De Aire	3	0	3	0	4	0	1	0	2	0	0	3	16
Envasadora Borelli	9	0	0	6	0	5	0	0	4	0	8	0	39
Total	75	6	24	16	28	19	19	8	34	9	40	21	319
Maquinaria que incide PP.	55	3	17	10	19	13	18	2	27	6	37	8	235
Anual	235												

Elaborado por: Autor

Con los datos recopilados en la tabla anterior, se demuestra que al descartar los fallos de la maquinaria que no incide directamente en el proceso de producción, el tiempo de tiempo inactividad por fallas fue de 235 horas en el año.

Teniendo en cuenta este análisis se manifiesta que la producción mejoraría en **35250 litros de alcohol procesado anualmente**, puesto que, como se menciona en el capítulo 3 apartado 3.8 cada hora se procesan alrededor de 150 litros de alcohol, reflejando un **aumento en la producción del 12,24%**.

Al implementar este programa de mantenimiento se pueden prever mencionados fallos, tener una adecuada programación en los servicios de mantenimiento y aumentar la productividad y eficiencia de la maquinaria.

Conclusiones

- Con la revisión de las bases teóricas se determinaron los parámetros del programa de mantenimiento preventivo y correctivo tal como lo es la determinación del estado técnico de las máquinas, el tiempo entre servicios y distintos formatos, como el programa de mantenimiento e histórico de fallas.
- Durante el levantamiento de la información y el diagnóstico de la situación actual del servicio interno de mantenimiento en Licoram se evidenció que, la eficiencia actual de la maquinaria es del 84% reflejando un estado técnico regular. Además de al analizar los MTBF y MMTR se pueden afirmar que los meses con más incidencia en fallos son los meses de enero y noviembre, teniendo horas de inactividad por fallos que superan 92 horas. Esto es debido a la inexistencia de un programa de mantenimiento.
- Al desarrollarse el análisis de los efectos que producirá el programa de mantenimiento preventivo-predictivo en la empresa se evidencia que, con la adecuada programación del mantenimiento, la producción aumentaría en un 12.24% respecto a la actual, debido a que por fallas en la maquinaria se produjeron 319 horas de tiempo improductivo.

Recomendaciones

- Evaluar los parámetros del estado técnico de la maquinaria y socializar con los encargados de realizar el servicio de mantenimiento.
- Capacitar a los encargados de cada área de producción y los ejecutores de realizar y controlar el servicio de mantenimiento de la maquinaria.
- Implementar el programa de mantenimiento propuesto, el cual incidirá directamente en el aumento de la producción y reducirá la incidencia de fallos en la maquinaria, contando con la adecuada organización y planeación de actividades a ejecutar.
- Realizar diagnósticos y evaluaciones periódicas de la maquinaria, así como el empleo de tecnología de punta para predecir futuras fallas y evitar paradas innecesarias que incidan en la producción de la empresa.
- Crear un departamento de mantenimiento competente que contribuya al análisis, control y ejecución de las actividades involucradas en el servicio de mantenimiento, así como la contratación de un asistente de mantenimiento de planta.

Bibliografía

- Abella, M. B. (2016). *Mantenimiento Industrial*. España.
- Alonso, J. (2014). *Técnicas de Mantenimiento Industrial*. Madrid.
- Álvarez, E. F. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*.
- ÁLVAREZ, G. A. (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. . Bucaramanga .*
- Amendola, L. (2004). *Indicadores de confiabilidad, propulsores en la gestión del mantenimiento*. Valencia, España: Universidad Politécnica.
- Amin, M. K. (2019). A bibliometric analysis of process system failure and reliability literature. *Engineering Failure Analysis*, 106,104152.
- Carrasco, F. J. (2015). *Ingeniería del mantenimiento industrial y gestion del conocimiento. Mejora en la eficiencia de las empresas . Valencia : Revista Elementos .*
- Dellis, P. (2019). The automated spectrometric oil analysis decision taking procedure as a tool to prevent aircraft engine failures. *Tribology in Industry*, 41(2), pp. 292-309.
- Engeler, M. T. (2016). Condition-based Maintenance: Model vs. Statistics a Performance Comparison. *Procedia CIRP*, 57, pp. 253-258.
- Fernández, F. J. (2011). *Teoría y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. española: Graficas MARCAR, S.A.
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid : Díaz de Santos .

Gutiérrez, A. M. (2012). *Mantenimiento planeación, ejecución y control* . México : Alfaomega

Hu, J. S. (2020). Periodic preventive maintenance planning for systems working under a Markovian operating condition. . *Computers and Industrial Engineering*, 142,106291.

IntegraMarkets. (2018). *Gestión y planificación del mantenimiento industrial* . Grupo América Factorial S.A.C.

Jasso, A. C. (2011). *Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa Agr-Rackend*. Madrid.

Khanh T.P. Nguyen, K. M. (2019). Reliability Engineering and System Safety. *Ingeniería de Confiabilidad y Seguridad del Sistema*.

Marta Fernandes, A. C. (2019). Análisis de datos y selección de características para el mantenimiento predictivo: Un estudio de caso en la industria metalúrgica. *Revista Internacional de Gestión de la Información*, 13.

Muñoz, B. O. (2019). *Diseño de un sistema de mantenimiento para la empresa de servicio de catering EMAS*. Ibarra.

Noman, M. N.-S. (2019). Overview of predictive condition based maintenance research using bibliometric indicators. Journal of King Saud University . *Engineering Sciences*, 31(4), pp. 355-367.

Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A.
(s.f.).

Raposo, H. F. (2019). Predicting condition based on oil analysis - A case study. *Tribology International*,, 135, pp. 65-74.

- Renovetec. (2012). *Técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento en la industria*. Chile: Editoriales Renovetec.
- Rosmaini Ahmad, S. K. (2012). An overview of time-based and condition-based maintenance. *Computers & Industrial Engineering*, 149.
- Rubio, E. M. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial*. Lima.
- Torres, L. (2015). *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. Buenos Aires : Alfaomega.
- Vásquez, T. S. (2014). *Lo secreto del mantenimiento industrial*. Palibrio .
- Wang, L. L. (2020). Integrated production planning and condition-based maintenance considering uncertain demand and random failures. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 234(1-2), pp. 310-323.
- Zhou, B. Q. (2020). Proactive preventive maintenance policy for buffered serial production systems based on energy saving opportunistic windows. *Journal of Cleaner Production*, 253,119791.

ANEXOS

Anexo 1 Cálculo del MTBF y MTTR Compresor de Aire Principal

Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	4	24	12	288

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
8	20	160	12	1920

COMPRESOR AIRE PRINCIPAL TORNILLO

Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF)(horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)(horas)
Enero	1	8	184	176	176	8.00
Febrero			184	184		
Marzo			184	184		
Abril	2	3	184	181	90.5	1.5
Mayo			184	184		
Junio			184	184		
Julio			184	184		
Agosto	1	2	184	182	182	2
Septiembre			184	184		
Octubre	2	3	184	181	90.5	1.5
Noviembre			184	184		
Diciembre	1	4	184	180	180	4
TOTAL	7	20	2208	2188	719	17

Anexo 2 Cálculo del MTBF y MTTR Compresor Puska

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
3	20	60	12	720

COMPRESOR DE TALLER PUSKA

Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	1	5	20	15	15	5
Febrero			20	20		
Marzo			20	20		
Abril			20	20		
Mayo	1	5	20	15	15	5
Junio			20	20		
Julio			20	20		
Agosto			20	20		
Septiembre			20	20		
Octubre	1	3	20	17	17	3
Noviembre			20	20		
Diciembre			20	20		
TOTAL	3	13	240	227	47	13

Anexo 3 Cálculo del MTBF y MTTR Bombas

Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
3	4	12	12	144

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
5	20	100	12	1200

BOMBAS						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	1	8	112	104	112	8
Febrero			112	112		
Marzo	2	4	112	108	56	2
Abril			112	112		
Mayo	2	5	112	107	56	2.5
Junio			112	112		
Julio			112	112		
Agosto	2	6	112	106	56	3
Septiembre			112	112		
Octubre	2	3	112	109	56	1.5
Noviembre			112	112		
Diciembre	1	6	112	106	112	6
TOTAL	10	32	1344	1312	448	23

Anexo 4 Cálculo del MTBF y MTTR Filtro Prensa

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
5	20	100	12	1200

Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
3	4	12	12	144

FILTRO PRENSA						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	1	5	112	107	107	5
Febrero			112	112		
Marzo			112	112		
Abril	1	3	112	109	109	3
Mayo			112	112		
Junio	2	5	112	107	53.5	2.5
Julio			112	112		
Agosto			112	112		
Septiembre	1	3	112	109	109	3
Octubre			112	112		
Noviembre			112	112		
Diciembre	1	4	112	108	108	4
TOTAL	6	20	1344	1324	486.5	17.5

Anexo 5 Cálculo del MTBF y MTTR Línea 1

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

LÍNEA 1						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	9	136	127	63.5	4.5
Febrero			136	136		
Marzo	2	4	136	132	66	2
Abril			136	136		
Mayo	1	4	136	132	132	4
Junio			136	136		
Julio	1	5	136	131	131	5
Agosto			136	136		
Septiembre	2	6	136	130	65	3
Octubre			136	136		
Noviembre	2	5	136	131	65.5	2.5
Diciembre			136	136		
TOTAL	10	33	1632	1599	523	21

Anexo 6 Cálculo del MTBF y MTTR Línea 3

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
3	20	60	12	720

LÍNEA 3						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	6	60	54	27	3
Febrero			60	60		
Marzo	1	3	60	57	57.00	3.00
Abril			60	60		
Mayo	1	4	60	56	56.00	4.00
Junio			60	60		
Julio	1	5	60	55	55	5
Agosto			60	60		
Septiembre	1	4	60	56	56	4
Octubre			60	60		
Noviembre			60	60		
Diciembre	1	4	60	56	56	4
TOTAL	7	26	720	694	307	23

Anexo 7 Cálculo del MTBF y MTTR Codificadoras

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

CODIFICADORAS						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	1	4	136	132	132	4
Febrero	2	3	136	133	66.5	1.5
Marzo			136	136		
Abril	2	3	136	133	66.5	1.5
Mayo			136	136		
Junio	1	1	136	135	135	1
Julio			136	136		
Agosto			136	136		
Septiembre	1	2	136	134	134	2
Octubre			136	136		
Noviembre	1	3	136	133	133	3
Diciembre			136	136		
TOTAL	8	16	1632	1616	667	13

Anexo 8 Cálculo del MTBF y MTTR Enfajadora Rochman

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

ENFAJADORA ROCHMAN						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	6	136	130	65	3
Febrero			136	136		
Marzo	1	4	136	132	132	4
Abril			136	136		
Mayo			136	136		
Junio			136	136		
Julio	3	6	136	130	43.33	2
Agosto			136	136		
Septiembre			136	136		
Octubre			136	136		
Noviembre	2	6	136	130	65	3
Diciembre			136	136		
TOTAL	8	22	1632	1610	305.33	12

Anexo 9 Cálculo del MTBF y MTTR Tanque Dosificado, Sellado Doypack

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

TANQUE DOSIFICADO, SELLADO DOYPACK						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	8	136	128	64	4
Febrero			136	136		
Marzo	1	3	136	133	133	3
Abril			136	136		
Mayo			136	136		
Junio	1	4	136	132	132	4
Julio			136	136		
Agosto			136	136		
Septiembre	3	5	136	131	43.67	1.67
Octubre			136	136		
Noviembre	2	6	136	130	65	3
Diciembre			136	136		
TOTAL	9	26	1632	1606	437.67	15.67

Anexo 10 Cálculo del MTBF y MTTR Etiquetadora Eticap System

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

ETIQUETADORA ETICAP SYSTEM						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	7	136	129	64.5	3.5
Febrero	1	1	136	135	135	1
Marzo			136	136		
Abril			136	136		
Mayo	1	3	136	133	133	3
Junio			136	136		
Julio			136	136		
Agosto			136	136		
Septiembre	2	4	136	132	66	2
Octubre			136	136		
Noviembre	1	6	136	130	130	6
Diciembre			136	136		
TOTAL	7	21	1632	1611	528.5	15.5

Anexo 11 Cálculo del MTBF y MTTR Filtros de Aire

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	20	80	12	960
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
2	4	8	12	96

FILTROS DE AIRE						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	2	3	88	85	42.5	1.5
Febrero			88	88		
Marzo	1	3	88	85	85	3
Abril			88	88		
Mayo	1	4	88	84	84	4
Junio			88	88		
Julio	1	1	88	87	87	1
Agosto			88	88		
Septiembre	1	2	88	86	86	2
Octubre			88	88		
Noviembre			88	88		
Diciembre	2	3	88	85	42.5	1.5
TOTAL	8	16	1056	1040	427	13

Anexo 12 Cálculo del MTBF y MTTR Envasadora Borelli

Horas Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
6	20	120	12	1440
Horas no Programadas				
Horas	Días	Mensual	Meses	Anual
4	4	16	12	192

ENVASADORA BORELLI						
Mes	Número de Fallos	Tiempo Inactividad (por fallos)	Tiempo disponible (horas)	Tiempo Productivo (horas)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (horas)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (horas)
Enero	1	9	136	127	127	9
Febrero			136	136		
Marzo			136	136		
Abril	3	6	136	130	43.33	2
Mayo			136	136		
Junio	2	5	136	131	65.5	2.5
Julio			136	136		
Agosto			136	136		
Septiembre	1	4	136	132	132	4
Octubre			136	136		
Noviembre	3	8	136	128	42.67	2.67
Diciembre			136	136		
TOTAL	10	32	1632	1600	410.50	20.17



REGISTRO DE FALLOS COMPRESOR DE TALLER PUSKA

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Compresor de taller Puska				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS BOMBAS

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Bombas				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS FILTRO PRENSA

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Filtro Prensa				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS LÍNEA 1

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Línea 1				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS LÍNEA 3

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Línea 3				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS BANDA TRANSPORTADORA

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Bandas Transportadoras				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS CODIFICADORAS

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Codificadoras				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS ENFAJADORA ROCHMAN

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Enfajadora Rochman				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS TANQUE DOSIFICADO, SELLADO DOYPACK

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Tanque dosificado, sellado Doypack				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS ETIQUETADORA ETICAP SYSTEM

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Etiquetadora Eticap System				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS FILTROS DE AIRE

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Filtros de Aire				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



REGISTRO DE FALLOS ENVASADORA BORELLI

Mes	Fecha	Detalle fallo producido	Tiempo inactividad (horas)	Observaciones
Envasadora Borelli				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				



MANTENIMIENTO COMPRESOR DE TALLER PUSKA

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor Eléctrico				
Revisión y/o Cambio de Aceite del Motor Mecánico	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM3			
Revisión del Estado de Banda	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Revisión de Rodamientos, Pistones y Rines del motor mecánico	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Revisión del Sistema Eléctrico	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Generales				
Lubricación, limpieza y/o pulverización general.	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

Disposiciones	SR= Según Requerimiento	TRIM: Trimestral
---------------	-------------------------	------------------



MANTENIMIENTO BOMBAS

Bomba de Agua Principal

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	ANUAL			
Revisión de Carcasa y Turbina	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Agua Auxiliar

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	SR			
	SR			
Revisión de Carcasa y Turbina	SR			
	SR			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Alcohol 1

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	ANUAL			
Revisión de Carcasa y Turbina	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Alcohol 2

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	ANUAL			
Revisión de Carcasa y Turbina	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Alcohol 3

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	ANUAL			
Revisión de Carcasa y Turbina	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Alcohol 4

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de Rodamientos, Sello y Bocín de Apoyo	ANUAL			
Revisión de Carcasa y Turbina	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Bomba de Vacío

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Chequeo de la Lubricación del Sistema de Compresión	ANUAL			
Chequeo Cambio de Filtro	ANUAL			
Chequeo o Cambio de Rodamientos en Motor Eléctrico	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			

Disposiciones

SR= Según Requerimiento



MANTENIMIENTO FILTROS PRENSA

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Filtro Prensa				
Generales				
Lubricación Tornillo Sin Fin	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
TRIM: Trimestre			SR: Según Requerimiento	



MANTENIMIENTO LÍNEA 1 LLENADORA CAPSULADORA

Llenadora Línea 1

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor Eléctrico Principal				
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Caja Reductor				
Revisión de Rodamientos, Bandas, Piñones motrices, y Tornillos sin fin.	ANUAL			
Revisión de Lubricación	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Tren de Rodaje				
Revisión del Llenada de Flautas	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de Guías y Rodamientos Base (24)	ANUAL			
Revisión de Lubricación de Piñones	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Motor Eléctrico				
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Bomba de Vacío				
Revisión de Rodamientos, Paletas, y Retenes	ANUAL			
Limpieza de Filtro	ANUAL			
Lubricación	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Sistema Eléctrico				
Revisión de Funcionamiento de Mandos, Contactos y Cableado Eléctrico general	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Generales				
Lubricación, Limpieza y/o Pulverización General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			

Capsuladora Línea 1

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor Eléctrico Principal				
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Caja Reductor				
Revisión de Rodamientos, Bandas, Tornillos sin fin y Retenes	ANUAL			
Revisión de Lubricación (aceite) del Motor Reductor	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Tren de Rodaje				
Revisión de Piñones	ANUAL			
Revisión de Rulinas, Guías y Estrellas	ANUAL			
Revisión y Puntos de Apoyo	ANUAL			
Lubricación de Piñones y Puntos de Apoyo (grasa)	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Vibrador				
Revisión de electroimanes	ANUAL			
Generales				
Limpieza y/o Pulverización general	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

Disposiciones	SR= Según Requerimiento	TRIM: Trimestral
---------------	-------------------------	------------------



MANTENIMIENTO LÍNEA 3 LLENADORA CAPSULADORA

Llenadora Línea 3

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor Eléctrico Principal				
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Caja reductora				
Revisión de Rodamientos, Bandas, Retenes, y Tornillos sin fin.	ANUAL			
Caja cerebro sincronizador				
Revisión de Programación	ANUAL			
Eje leva para levantado de flautas				
Revisión del Llenada de Flautas	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de Rodamientos y Verificación del Estado de la Fibra	ANUAL			
Pistones de llenado				
Revisión de la Faja Guía y Sello de Precisión	ANUAL			
Caja válvulas para accionar neumático				
Revisión de Ejes Excéntricos y Sellos	ANUAL			
Flautas con electroválvulas neumáticas				
Revisión de Cauchos y/o rines	ANUAL			
Estrella de paso de botella de accionar neumático				
Revisión de Rotación y Traslación de Eje	ANUAL			
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Revisión del Rin del Gato Neumático	ANUAL			

Ahorcadoras neumáticas de botella				
Revisión de Rines	ANUAL			
Sistema eléctrico				
Revisión de Funcionamiento de Mandos, Contactos y Cableado Eléctrico General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Generales				
Lubricación, Limpieza, y/o Pulverización General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			

Capsuladora Línea 3

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Motor Eléctrico Principal				
Revisión de Rodamientos	ANUAL			
Eje de apoyo				
Revisión de Lubricación del Eje	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
SR: Según Requerimiento			TRIM: Trimestre	



MANTENIMIENTO BANDAS TRANSPORTADORAS

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Lubricación de Graseros de Eje y Chumaceras	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Revisión de Cadenas o Bandas Motrices	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de Rodamientos y Bocines de Apoyo de Motores Eléctricos Reductores.	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			



MANTENIMIENTO CODIFICADORAS

Codificadora Línea 1

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Cambio de cartucho inteligente	SR			
Limpieza: -Placa deflectoras -Gotera -Carcasa de la impresora	SR			
Cambie el filtro trasero	SR			

Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
SR: Según Requerimiento				

Codificadora Línea 3

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Cambio de cartucho inteligente	SR			
Limpieza: -Placa deflectoras -Gotera -Carcasa de la impresora	SR			
Cambie el filtro trasero	SR			

Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
SR: Según Requerimiento				



MANTENIMIENTO ENFAJADORA ROCHMAN

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Cuchilla de Corte				
<p>Verificar que la Cuchilla de Corte no tenga restos de plástico y que mantiene su recubrimiento de teflón en perfecto estado.</p> <p>Verificar o Cambiar el Teflón Colocado en la Base.</p> <p>Lubricación de la Cadena Transportadora.</p>	QUIN 1			
	QUIN 2			
	QUIN 3			
	QUIN 4			
	QUIN 5			
	QUIN 6			
	QUIN 7			
	QUIN 8			
	QUIN 9			
	QUIN 10			
	QUIN 11			
	QUIN 12			
	QUIN 13			
	QUIN 14			
	QUIN 15			
	QUIN 16			
	QUIN 17			
	QUIN 18			
	QUIN 19			
	QUIN 20			
	QUIN 21			
	QUIN 22			
	QUIN 23			
	QUIN 24			
	QUIN 25			
<p>Lubricación de los Gatos Hidráulicos y Guías.</p>	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Lubricación de Chumaceras de los Ejes Rebobinadores.	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Limpieza de los Filtros de Aire	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Chequeo o Cambio de Rodamientos de la Banda de Ingreso de Producto	ANUAL			
Chequeo de la Lubricación de los Reductores	ANUAL			
Chequeo de Mandos, Contactos y Sistemas de Protección	ANUAL			
Túnel de retracción				
Chequeo o Cambio de Rodamientos de los Motores y Reductores	ANUAL			
Chequeo o Cambio de Escobillas del Moto Reductor de Arrastre de Cadena	ANUAL			
Chequeo o Cambio de Aceite de los Reductores	ANUAL			

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Engrasado de la Cadena de Transporte	QUIN 1			
	QUIN 2			
	QUIN 3			
	QUIN 4			
	QUIN 5			
	QUIN 6			
	QUIN 7			
	QUIN 8			
	QUIN 9			
	QUIN 10			
	QUIN 11			
	QUIN 12			
	QUIN 13			
	QUIN 14			
	QUIN 15			
	QUIN 16			
	QUIN 17			
	QUIN 18			
	QUIN 19			
	QUIN 20			
	QUIN 21			
	QUIN 22			
	QUIN 23			
	QUIN 24			
	QUIN 25			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

SR: Según Requerimiento	TRIM: Trimestre
-------------------------	--------------------



MANTENIMIENTO EQUIPOS

(TANQUE DOSIFICADOR – SELLADORA DOY PACK)

Tanque Dosificador de Esencias

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
General es				
Chequeo de Sistema Flujo de Presión	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Chequeo de Sistema Eléctrico	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			

Selladora Manual Doy Pack

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Chequeo de Sistema Neumático	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Chequeo de Sistema Eléctrico	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
SR: Según Requerimiento				



MANTENIMIENTO MÁQUINA ETIQUETADORA ETICAP SYSTEM

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión de la Línea de Abastecimiento de Aire, Presión de Aire, así como sus unidades de Mantenimiento (Elementos Filtros)	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Lubricación General (con Bomba Engrasadora) de todos los graseros de la Etiquetadora.	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Lubricación (con Pincel) de los Engranajes, Piñones, y Ejes de las Estrellas en General de toda la etiquetadora.	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión Visual y Auditiva de Posibles Ruidos o Desajustes	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de los Ganchos Plásticos, Uñetas, Cepillos, Esponjas de rodillos, Escobillas	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de Funcionamiento de Mandos, Contactos y Cableado Eléctrico en General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión del Nivel de Aceite del Motor Reductor Principal	ANUAL			
Revisión de Rodamientos de los Motores Eléctricos (1 Motor)	ANUAL			
Revisión y/o Cambio de los Resortes Pinza, de los cabezales del bloqueo de botellas	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

SR: Según Requerimiento

TRIM: Trimestral.



MANTENIMIENTO FILTROS DE AIRE

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Generales				
Revisión organoléptica y visual de los filtros	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
	SEM 4			
	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
	SEM 4			
	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
	SEM 4			
	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
	SEM 4			
	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
	SEM 4			
	SEM 1			
	SEM 2			
	SEM 3			
Chequeo o cambio de los elementos filtro	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			
SR= Según Requerimientos		SEM: Semanalmente		MES: Mensualmente



MANTENIMIENTO ENVASADORA BORELLI

Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Lubricación (Con Pincel) de los Engranajes, Piñones, y Ejes de las Estrellas en general en todo el Monoblock.	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Lubricación (Con espray) de los Blocks de los Embragues de la Enjuagadora-Llenadora	QUIN 1			
	QUIN 2			
	QUIN 3			
	QUIN 4			
	QUIN 5			
	QUIN 6			
	QUIN 7			
	QUIN 8			
	QUIN 9			
	QUIN 10			
	QUIN 11			
	QUIN 12			
	QUIN 13			
	QUIN 14			
	QUIN 15			
	QUIN 16			
	QUIN 17			
	QUIN 18			
	QUIN 19			
	QUIN 20			
	QUIN 21			
	QUIN 22			
	QUIN 23			
	QUIN 24			
	QUIN 25			

Lubricación General (Con Bomba Engrasadora) de todos los graseros del Monoblock.	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Actividades de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Realizado por:	
Chequeo del Sistema Neumático	QUIN 1			
	QUIN 2			
	QUIN 3			
	QUIN 4			
	QUIN 5			
	QUIN 6			
	QUIN 7			
	QUIN 8			
	QUIN 9			
	QUIN 10			
	QUIN 11			
	QUIN 12			
	QUIN 13			
	QUIN 14			
	QUIN 15			
	QUIN 16			
	QUIN 17			
	QUIN 18			
	QUIN 19			
	QUIN 20			
	QUIN 21			
	QUIN 22			
	QUIN 23			
	QUIN 24			
	QUIN 25			

Detalle del mantenimiento	Frecuencia	Ejecución		Observaciones
		Fecha	Elaborado por:	
Limpieza de Cabezas Roscadoras con Agua Caliente	SR			
	SR			
Revisión Visual y Auditiva de Posibles Ruidos, o desajustes del Monoblock	MES 1			
	MES 2			
	MES 3			
	MES 4			
	MES 5			
	MES 6			
	MES 7			
	MES 8			
	MES 9			
	MES 10			
	MES 11			
	MES 12			
Revisión del Nivel de Llenado de las Flautas de la Llenadora	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión de Funcionamiento de Mandos, Contactos y Cableado Eléctrico en General	TRIM 1			
	TRIM 2			
	TRIM 3			
	TRIM 4			
Revisión del Nivel de Aceite del Motor Reductor Principal (Capsuladora) y el Motor Reductor de la Enjuagadora	ANUAL			
Revisión de Rodamientos de los Motores Eléctricos (6 Motores total del Monoblock)	ANUAL			
Otros				
	SR			
	SR			
	SR			
	SR			

Disposiciones	SR= Según Requerimiento	TRIM: Trimestral
---------------	-------------------------	------------------

Anexo 37 Solicitud de mantenimiento

<div><div>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</div></div>			
Fecha:			
Equipo:			
Solicitante:			
Descripción de Daños:			
Firma Jefe de Mantenimiento			
MTTO. Interno			MTTO. Externo
MTTO a ser realizado por:			
Tiempo estimado del MTTO (horas):			